



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw

Life Sciences und
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

Vegetationskartierung am Gornergrat

Empfehlungen zur Planung und Renaturierung des Wegnetzes

Bachelor-Arbeit

von

Jonathan Pachlatko

Bachelorstudiengang 2015 Umweltingenieurswesen
Abgabedatum: 25. Oktober 2018

Fachkorrektoren: Prof. Dr. Jürgen Dengler, Martin Wytenbach
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, ZHAW Wädenswil
Forschungsgruppen: Vegetationsökologie, Umweltplanung

Impressum

Zitiervorschlag: Pachlatko J. (2018). Vegetationskartierung am Gornergrat – Empfehlungen zur Planung und Renaturierung des Wegnetzes. Bachelorarbeit. Wädenswil: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen.

IUNR Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen
Forschungsgruppen Vegetationsökologie/Umweltplanung
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
LSFM Dep. Life Sciences und Facility Management
Grüental / Postfach
8820 Wädenswil
Schweiz

Danksagung:

Im Verlauf der Arbeit unterstützte mich mein Umfeld und alle am Projekt beteiligten Personen vollumfänglich. All diesen Menschen danke ich herzlich. Folgenden Personen möchte ich für ihre Hilfestellungen namentlich erwähnen: Gabriela Keusch von BikePlan AG, welche mir Zermatt näherbrachte und Stefan Widmer von der Forschungsgruppe Vegetationsökologie, welcher geduldig mit allerlei Fragen umging. Ebenso danke ich Barbara Blank für das Lektorat.

Keywords:

Vegetationskartierung, Aufnahmen, alpine Magerrasen, Trittstörung, Wanderwege, Mountainbike-Trails, Renaturierung, Erholungsnutzung, Gornergrat, Riffelberg, Zermatt

Titelbild:

Teton Gravity Research (2018). Abgerufen am 27.07.2018 unter: www.tetongravity.com.

Abstract

Alpine Landschaften werden touristisch und freizeitlich immer mehr genutzt. Am stark frequentierten Gornergrat in der Schweiz soll ein Konzept die Wege der Wanderer, Mountainbiker und Touristen entflechten und so eine konfliktfreie Nutzung für alle ermöglichen. Eine zu starke Besucherfrequenzierung kann dabei nachteilige Effekte auf die Vegetation haben. Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine Vegetationskartierung am Gornergrat durchzuführen und daraus Empfehlungen für die Planung und Renaturierung der Wegnetze abzuleiten. Dafür werden mittels Vegetationsaufnahmen im Untersuchungsgebiet Gefässpflanzen und Umweltparameter (Neigung, Bodentiefe, Exposition und abiotischer Deckungsgrad) erhoben. Die Artenlisten führen zu einer Einteilung ähnlicher Vegetationseinheiten (Cluster), für welche Artstetigkeiten und Φ -Werte berechnet werden. Mittels der aggregierten Vegetationstabelle entsteht ein Kartierungsschlüssel mit Charakterarten anhand derer im Feld Vegetationseinheiten voneinander abgegrenzt werden. Unterschiede innerhalb der Vegetationseinheiten werden über die zusätzlichen Umweltparameter mit einer ANOVA und dem Tukey-Test auf ihre Signifikanz geprüft. Anschliessend werden die ermittelten Vegetationseinheiten syntaxonomisch bis auf Verbandsstufe eingeteilt, um sie mit geltendem Recht auf ihre Schutzwürdigkeit zu prüfen. Die Empfehlungen zum Nutzungskonzept werden aufgrund des Kartierungsergebnisses gemacht. Die Untersuchung konnte schutzwürdige Lebensräume und Gefässpflanzenarten, sowie eine Art der Roten-Liste der Gefässpflanzen im Untersuchungsgebiet nachweisen. Das Ergebnis der Kartierung ist in einer Übersichtskarte dargestellt. Dabei weist das Gebiet vor allem im Bereich des Riffelsees markante Störungen der Vegetation durch Tritt auf, welche in den letzten 30 Jahren stark zugenommen haben. Für die Planung und Ausführung des Nutzungskonzeptes am Gornergrat wird empfohlen, (i) die gestörte Vegetation des östlichen Seeufers den Besuchern nicht mehr zugänglich zu machen und umfänglich zu renaturieren sowie (ii) die geplanten Wegänderungen nicht durch die in der vorliegenden Arbeit eruierten sensiblen Gebiete (Schneetälchen und Moore) oder Orten mit gefährdeten Gefässpflanzenarten zu führen.

Alpine landscapes are increasingly used by tourism and recreational use. At the highly frequented Gornergrat in Switzerland a concept is intended to demerge the paths of hikers, mountain bikers and tourists and thus enable a conflict-free use for all. Excessive visitor frequency may have adverse effects on the vegetation. The aim of the present study is to carry out a vegetation mapping on the Gornergrat and to derive recommendations for the planning and restoration of the trail network. For this purpose, vascular plants and environmental parameters (inclination, soil depth, exposure and abiotic coverage) are recorded by means of vegetation surveys in the study area. The species lists lead to a classification of similar vegetation units (clusters), for which species and Φ -values are calculated. Based on the aggregated vegetation table, a mapping key with character species is created of which vegetation units are separated from each other. Differences within the vegetation units are tested for their significance via the additional environmental parameters with an ANOVA and the Tukey test. Subsequently, the identified vegetation units are divided syntaxonomically up to the alliance level, to examine them with current law for their protection status. The recommendations for the concept are made based on the results of the mapping. The study detected protected habitats and vascular plant species, as well as a species of the Red List of vascular plants in the study area. The result of the mapping is shown on an overview map. Especially at the Riffellake, the area has striking disturbances of vegetation due to trampling, which has increased significantly in the last 30 years. For the planning and execution of the Gornergrat-concept it is recommended (i) to make the disturbed vegetation of the eastern lake bank inaccessible to the visitors (via an observation deck), to renature it extensively and (ii) not to lead the planned path changes through sensitive areas (snowbeds and fens) or places with endangered species of vascular plants.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Auswirkungen der Erholungsnutzung.....	6
1.2	Nutzungsdruck am Gornergrat in der Schweiz.....	6
1.3	Vegetation am Riffelsee.....	6
1.4	«Gesamtprojekt Gornergrat»	7
1.5	Fragestellung	7
2	Untersuchungsgebiet	8
2.1	Geographische Lage.....	8
2.2	Klima	8
2.3	Geologie und Pedologie.....	9
2.4	Nutzung	10
3	Methoden.....	11
3.1	Vegetationsaufnahmen	11
3.2	Artkartierung der Roten-Liste	12
3.3	Ordination	12
3.4	Vegetationsklassifikation.....	12
3.5	Syntaxonomische Zuordnung und Nomenklatur.....	13
3.6	Vergleich der Vegetationseinheiten.....	13
3.7	Vegetationskartierung	13
4	Ergebnisse.....	14
4.1	Vegetationsaufnahmen	14
4.2	Artkartierung der Roten-Liste	14
4.3	Ordination	15
4.4	Vegetationsklassifikation.....	16
4.5	Syntaxonomische Zuordnung	18
4.6	Vergleich der Vegetationseinheiten.....	20
4.7	Vegetationskartierung	21
5	Diskussion	24
5.1	Arten und ihre Verbreitung	24
5.2	Ordination	25
5.3	Vegetationsklassifikation.....	25
5.4	Syntaxonomische Zuordnung	26
5.5	Vergleich der Vegetationseinheiten.....	28
5.6	Vegetationskartierung	28
5.7	Nutzungseinfluss vs. Schutzstatus.....	30
5.8	Empfehlungen für das Gesamtkonzept Gornergrat	31
6	Literatur	32
7	Verzeichnisse	36

1 Einleitung

Alpine Vegetationen und ihr harscher Lebensraum stellen seit den Anfängen pflanzensoziologischer Untersuchungen im ausgehenden 19. und frühen 20. Jahrhundert eine gewichtige Forschungsfrage dar (Braun-Blanquet et al., 1954; Braun-Blanquet, 1920). Die Pflanzensoziologie und ihre Methoden entwickelten sich seither stets weiter (Dierschke, 1994; Glavac, 1996; Bruehlheide, 2000; Dengler, 2003). Mit der Erhebung von Daten und der Anwendung von Erkenntnissen aus Vegetationskartierungen soll die kulturelle und landwirtschaftliche Entwicklung sowie die Nutzungsintensität eines Gebietes mitgesteuert werden (Klötzli, 2001). Die Aktualität alpiner Ökosysteme als Untersuchungsgegenstand, auch im Hinblick klimatischer Fluktuationen, ist somit ungebrochen. Floristische Untersuchungen geben dabei Auskunft über die Stabilität und Tragfähigkeit von Pflanzengesellschaften. Daraus lässt sich die Belastbarkeit von Gebieten im Hinblick auf die (Erholungs-) Nutzung ableiten (Klötzli, 2001).

1.1 Auswirkungen der Erholungsnutzung

Touristische und freizeitliche Aktivität des Menschen bewirkt einen Nutzungsdruck auf teilweise sensible Landschaften und Biozönosen (Eagles et al., 2002). Dabei bestimmen Art und Häufigkeit der Nutzung die Stärke des negativen Einflusses auf die Diversität der Pflanzen und die Vegetationsdecke (Mason et al., 2015; Pickering & Hill, 2007). In Gebieten mit intensiver Erholungsnutzung lassen sich dabei Schäden an Lebensräumen und Pflanzen mit Planungsinstrumenten und regional angepasstem Besuchermanagement mindern (Rupf, 2015). Eine koordinierte Planung und Lenkung der freizeitlichen und touristischen Nutzung fehlt jedoch bisher in vielen Gebieten des dicht besiedelten europäischen Alpenraums.

1.2 Nutzungsdruck am Gornergrat in der Schweiz

Der Gornergrat, ein Aussichtsberg im schweizerischen Zermatt, ist durch Tourismus und Erholungsnutzung stark frequentiert. Die Transportfrequenz im Jahr 2017 durch die Gornergrat-Bahn betrug 1'754'000 Personen (BVZ Holding AG, 2017). Im Sommerhalbjahr (Mai-Oktober) wurden durchschnittlich 63'000 Personen pro Monat transportiert (2012-2017), wobei in Spitzenzeiten Höchstwerte von über 100'000 Personen (Juli 2017) erreicht wurden (Schriftliche Mitteilung Gornergrat-Bahn AG, 2018). Wanderer, welche vom Tal zu Fuss zum Riffelsee gelangen, sind in der Statistik nicht erfasst. Zusätzlich verbuchte die Bahn in den Sommermonaten 2016/2017 durchschnittlich 438 Mountainbike-Transporte pro Monat (Gornergrat-Bahn AG, 2018). Mit dem Besuch des Gornergrats ist oft eine Wanderung oder Fahrradfahrt zum nahe der Bahnstation gelegenen Riffelsee verbunden.

1.3 Vegetation am Riffelsee

Der floristische Reichtum der Region Zermatt und insbesondere des Riffelsees ist gut dokumentiert (Käsermann et al., 2003; Steiner, 2002). Der See befindet sich, zusammen mit dem Riffelhorn und dem Gornergletscher, unter Schutz (BLN-Gebiet Nr. 1707). Damit soll «der unberührte Charakter der naturnahen und wilden Lebensräume» sowie «das Mosaik aus naturnahen Lebensräumen mit ihren charakteristischen Pflanzen» erhalten bleiben (BAFU, 2017). An viel begangenen Bergseen ist die Vegetation jedoch durch den hohen Erholungswert stark gefährdet, wie dies eine Untersuchung am Grünsee im Aletschgebiet zeigt (Corrodi, 2011). Menschlicher Tritt ist dabei ein starker Veränderungs- und Degradierungsparameter für Pflanzengesellschaften (Whinam & Chilcott, 2003) und wirkt sich auf die Breite der Wanderwege aus (Wimpey & Marion, 2010). Dies gilt insbesondere in alpinen Gebieten, wo Regeneration erheblich langsamer von statten geht, als in tieferen Lagen (Ellenberg & Leuschner, 2010; Reisigl & Keller, 1994). Durch die Nutzung informeller Wege (abseits der Wege gehen) nimmt mit der Zeit auch die Landschaftsqualität ab (Barros & Marina Pickering, 2017). In der Umgebung Riffelsee ist das informelle, nicht homologierte Wegnetz besonders ausgeprägt. (Feststellung ohne Publikation).

1.4 «Gesamtprojekt Gornergrat»

Das Bauvorhaben «Gesamtprojekt Gornergrat» strebt eine Neugestaltung dieses Wegnetzes an, welche nicht mehr dazu verführen soll, die Wege zu verlassen. Geplant ist (i) die Neugestaltung und Zusammenlegung etlicher Kleinwanderwege (informelle Wege) sowie (ii) eine generelle Neuführung und Trennung des MTB-Trails. Abschliessend sollen (iii) nicht mehr benutzte Wege mittels Grasso-den (entstehend durch den Wegebau) oder Ansaat renaturiert, sowie übernutzte Flächen geschützt und wieder aufgewertet werden (BikePlan AG, 2016). Die Ausgestaltung des Wegnetzes lehnt sich an der bestehenden Topografie des Gebietes an und kann mit Kenntnissen des modernen Wegebau-grundsätzlich auswirkungsarm und nachhaltig (wenig Wegunterhalt) ausgeführt werden (IMBA, 2004). Die Auswirkungen dieses Projekts auf die Pflanzengesellschaften im Raum Riffelsee ist unklar. Der detaillierte Wegverlauf befindet sich noch in der Planungsphase und unterlag hinsichtlich der betroffenen Vegetation bisher keiner Prüfung.

1.5 Fragestellung

Im Hinblick auf die geplante Erneuerung des Wegnetzes im Riffelseegebiet, bedarf es vegetations-bezogene Erkenntnisse über die räumliche Ausdehnung der Lebensräume und dem Vorkommen gefährdeter Arten (Rote-Liste). Die gewonnenen Erkenntnisse sollen der vegetationskundlichen Einschätzung des «Gesamtprojekts Gornergrat» dienen und zu Empfehlungen bezüglich des Wegverlauf und der Renaturierungsmassnahmen führen.

Die vorliegende Bachelorarbeit prüft im Teilperimeter Riffelsee des «Gesamtprojekts Gornergrat» folgende Fragen:

1. Befinden sich im Projektperimeter gefährdete oder geschützte Arten und Lebensräume?
2. Lassen sich aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse Empfehlungen für den Wegverlauf und für Renaturierungsmassnahmen des «Gesamtprojekts Gornergrat» ableiten?

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Geographische Lage

Der Gornergrat, mit dem touristisch interessanten Riffelsee, liegt etwas oberhalb von Zermatt im Kanton Wallis (Abbildung 1) in der Schweiz. Der Perimeter des «Gesamtprojekts Gornergrat» befindet sich oberhalb der momentanen Waldgrenze im Bereich der alpinen Rasen auf ungefähr 2800 m ü. M., zwischen dem Findel- und dem Gornergletscher, und ist mit der Gornergrat-Bahn (Station Rotenboden) erreichbar.



Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebiets und Perimeters des «Gesamtprojekts Gornergrat» in Zermatt in der Schweiz. Der Projektperimeter ist grün schraffiert und befindet sich zwischen 2600 und 3100 m ü. M. Die Station Rotenboden (CH1903+ / LV95: 2625328 / 1092580) bildet den Mittelpunkt des Perimeters und ist dem Teilperimeter Riffelsee am nächsten gelegen.

2.2 Klima

Die klimatischen Bedingungen am Gornergrat und insbesondere am Riffelsee sind der Höhenlage entsprechend bergtypisch, wobei relief- und expositionsbedingte Gunstlagen eine Vielfalt an Vegetationstypen ermöglichen. Grossräumlich handelt es sich beim Mattertal um ein inneralpines Trockental mit kontinentalem Klima. Dabei treten grosse Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht sowie Sommer und Winter auf, gekoppelt mit geringem Niederschlag und tiefer Luftfeuchtigkeit. Das zeigen auch folgende Daten der Gornergrat-Station auf 3219 Meter über Meer (Meteo Schweiz, 2018).

Die jährliche Niederschlagssumme beträgt 810 mm (Durchschnitt der Jahre 2003 – 2017). Der Gornergrat weist mit 2397 Sonnenstunden eine Globalstrahlung von 197 W/m^2 aus (im Vergleich: Bern 131 W/m^2). Im Gegensatz zur starken Sonneneinstrahlung steht die Anzahl der höhenbedingten Frosttage. Die durchschnittlich 275 Tage Frost im Jahr verkürzen die Vegetationszeit auf wenige Monate, wobei Frost und Schneefall jederzeit möglich sind. Abbildung 2 zeigt das Klimadiagramm der Station für die Periode von 2003 – 2017.

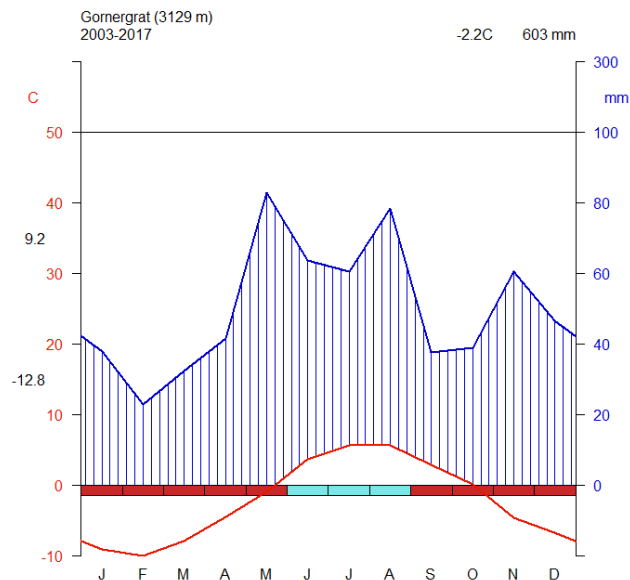


Abbildung 2: Klimadiagramm der Messstation Gornergrat. Die hohen Temperaturschwankungen, die starke Sonneneinstrahlung und der eher geringe Niederschlag prägen die Region deutlich. Hinzu kommt die Höhenlage, welche zu jeder Jahreszeit für Schnee und Frost sorgen kann. Daten: Meteo Schweiz 2018. (Erstellt mit R-Package: climatol).

2.3 Geologie und Pedologie

Im Gebiet des Riffelsees, auf leicht metamorph überprägtem variszischen Grundgebirge, dem Monte-Rosa Granit liegen Ophiolithe. Der Sammelbegriff schliesst alle Gesteine der ozeanischen Kruste ein, welche durch das Auseinanderdriften der Kontinentalplatten als Magma auf den Meeresboden aufgestossen wurden. Auch die daraus hervorgegangenen Umwandlungsgesteine, gehören zu den Ophiolithen, wie zum Beispiel das silikatische Serpentin, welches durch aufgeheiztes, zirkulierendes Meerwasser eine Metamorphose erfuhr (Gnägi & Labhart, 2015). Im Projektperimeter prägt sich als Bestandteil des Serpentin vor allem Antigonitserpentin $[(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ni})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$ aus, welches damit das Hauptausgangsgestein für die lokale Bodenbildung bildet. Fenster von kalkhaltigem Bündnerschiefer und Kalkglimmerschiefer sorgen für eine Durchmischung mit basischen Mineralien (swisstopo, 2018).

Durch die sehr verlangsamte, höhenbedingte Pedogenese bilden sich auf der vorwiegend silikatischen Unterlage je nach Entwicklungsstadium Ranker bis Braunerden aus (Abbildung 3). Die Solifluktion in Hängen über 2° Neigung und die Kyrroturbation tragen zu einer Durchmischung und Lockerung des Oberbodens sowie zu einer kleinräumlich unterschiedlichen Bodenausprägung bei (Ellenberg & Leuschner, 2010).



Abbildung 3: Aufgeschlossener Boden im Bereich des Projektperimeters. Die Höhe des Untersuchungsgebietes verlangsamt die Bodenbildung und es prägen sich geringmächtige Braunerden aus. Durch Neigung, Wasserfluss und Kammeisbildung in den obersten Bodenschichten (Kyrourbation) sind die Böden je nach Lage einer ständigen Lockerung und Durchmischung ausgesetzt. Gut sichtbar ist sandige Struktur des Gefüges. Foto: Pachlatko 2018.

2.4 Nutzung

Seit 1942 ist die Gipfelstation mit der Gornergrat-Bahn ganzjährig erreichbar und wird seither als Skigebiet im Winter und für Wanderungen im Sommer rege genutzt. Im Zuge des Bahnbaus und der Errichtung mehrerer Berghotels stand das Gebiet punktuell bereits früh unter dem Druck von Baustellen und Tourismus. In jüngster Zeit veränderten vor allem Skipistenplanierungen, Wanderwegkorrekturen und Beschneiungsanlagen die Vegetationszusammensetzung und das Bodengefüge.

In den südexponierten Hängen sind Murmeltiere in grosser Anzahl präsent. Das gesamte Gebiet wird mit Walliser Schwarzkopfschafen bestossen. Hinzukommend, aber weniger bedeutend für die Vegetation, ist der Einfluss von Schalenwild oberhalb der Waldgrenze. Tritt und Beweidung der Schafe prägen die Landschaft auf ihre Weise. Die übermässige Erholungsnutzung verändert das Bodengefüge diesbezüglich gravierender (Abbildung 4). Ausgetretene Wege verhindern eine geschlossene Vegetationsdecke und lassen im steilen Gelände Boden erodieren. Die sandig- bis schluffigen Komponenten werden durch Niederschlag und Schmelzwasser weggespült und verlagert. Es entstehen teils tiefe Wasserrillen oder Sedimentablagerungen, zum Beispiel im Bereich des Riffelsees. Feinsandige Sedimente werden wiederum durch Tritt verdichtet, was einer raschen Besiedlung durch Pflanzen zuwiderläuft.

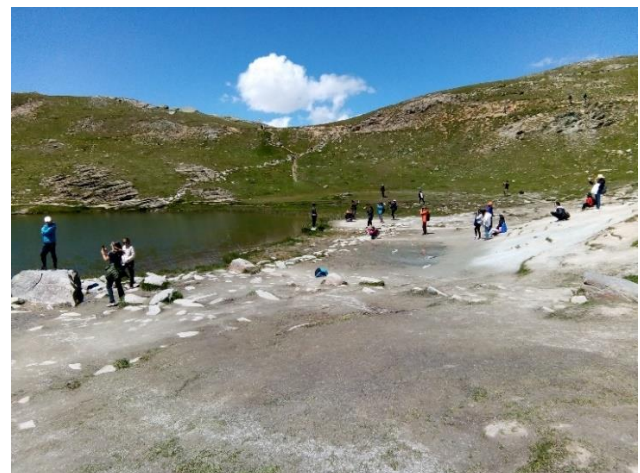


Abbildung 4: Links: Im steilen Gelände entstehen in übernutzten Wegen tiefe Wasserrillen und erodieren den Boden. Rechts: Trittbelastungen im Bereich des Riffelsees halten die Fläche vegetationsfrei. Erosierte Feinsedimente verstärken den Effekt. Foto: Pachlatko, 2018.

3 Methoden

3.1 Vegetationsaufnahmen

Die Aufnahmen fanden in zwei vorgängig bestimmten Untersuchungsperimetern statt, welche Teil des «Gesamtprojekts Gornergrat» sind. Während einer Begehung Anfangs Juli wurden zwei Geländeeräume definiert, in denen einerseits die Trittbelastung am höchsten ist und andererseits durch die neue Wegführung Flächen neu beansprucht werden (Abbildung 5).

Zur Ermittlung der lokalen Vegetation wurden Mitte Juli 2018 32 Vegetationsaufnahmen mit einer Flächengrösse von 10 m² (runde Plots) gemacht. Die Abgrenzung der Straten innerhalb der Perimeter erfolgte im Feld über die Vegetationsstruktur sowie geologischen und pedologischen Merkmalen. Die Aufnahmen gelten als homogenes Stratum-Beispiel. Mischbereiche wurden bewusst ausgeklammert. Die kurze, höhenbedingte Vegetationszeit von knapp drei Monaten erforderten Feldbegehungen von Juni bis Ende August. Die Aufnahmen wurden bei schönem Wetter und Schneeabsenz durchgeführt. Zusätzlich erhobene Umweltparameter zeigt Tabelle 1.

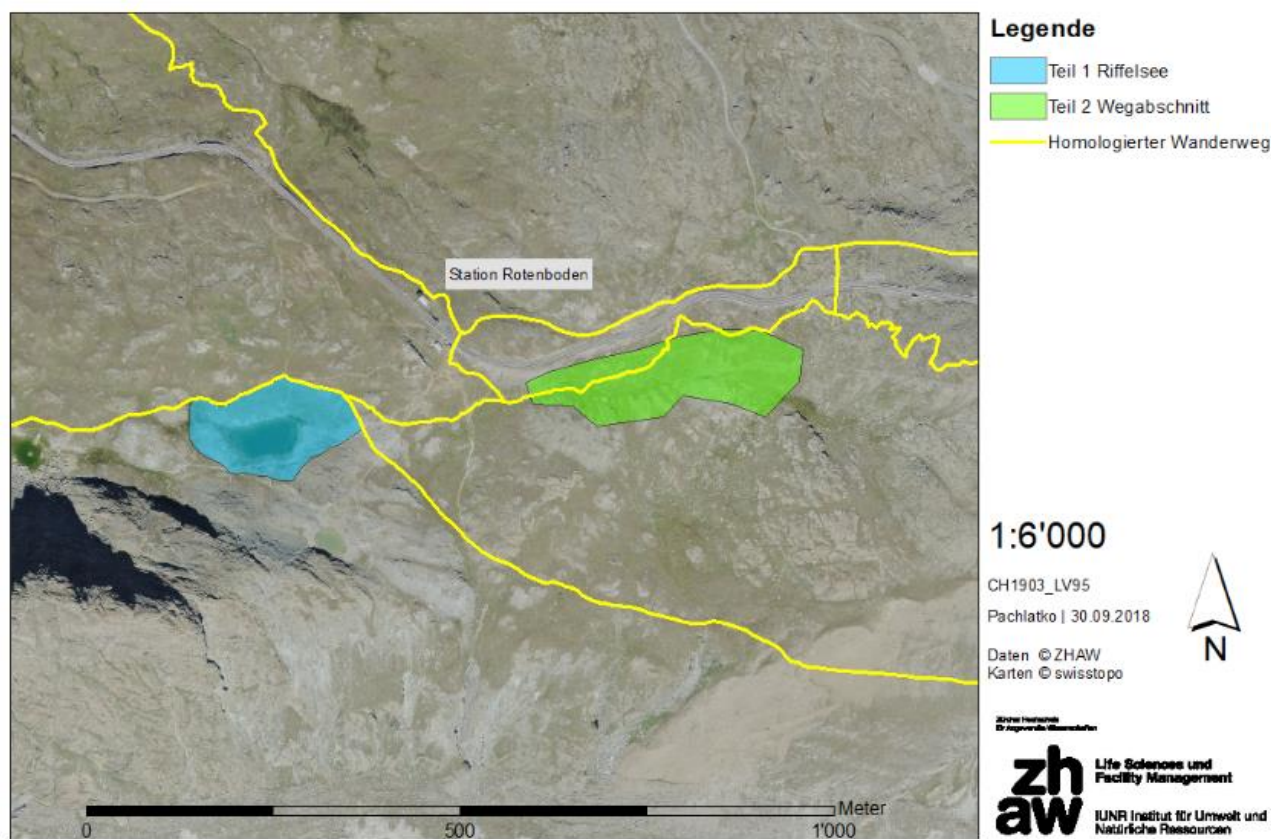


Abbildung 5: Teilperimeter in Blau (Riffelsee) und Grün (Wegabschnitt) des Untersuchungsgebietes für Vegetationsaufnahmen und anschliessender Kartierung in der Nähe der Station Rotenboden der Gornergrat-Bahn. Die homologierten Wanderwege sind gelb eingezeichnet.

Tabelle 1: Zusätzlich in den Vegetationsaufnahmen erhobene Umweltparameter mit dazugehöriger Einheit und Erklärung.

Parameter	Einheit	Erklärung
Koordinaten	-	CH 1903+ / LV95
Exposition	Grad	Ausrichtung des Rundplots
Hangneigung	Grad	Maximale Neigung über 2 m
Bodentiefe	Zentimeter	5 zufällige Messpunkte
Maximales Mikrorelief	Zentimeter	Maximale Vertiefung
Abiotischer Deckungsgrad	Prozent	Steine, Kies, Feinerde, Wasser

Innerhalb des gesamten Projektperimeters wurde der Boden pH-Wert bestimmt. Dazu wurde mit einem «pH-Hellige Set», an fünf zufälligen Standorten in 10-15 cm Tiefe der pH-Wert ermittelt und daraus ein Mittelwert berechnet.

Die Feldaufnahmen wurden einerseits von Hand erfasst, andererseits mit der Software *FlorApp* für Android (InfoFlora, 2018) um die Aufnahmedaten der InfoFlora zu übermitteln. Die Feldblätter zu den handschriftlichen Aufnahmen finden sich im Anhang A. Die Ansprache der Flora erfolgte sowohl generativ (Lauber, Wagner & Gygax, 2018; Eggenberg et al., 2018) als auch im vegetativen Zustand (Eggenberg & Möhl, 2013). Die Feldaufnahmen enthalten ausschliesslich Gefässpflanzen, ohne Moose und Flechten. Die Nomenklatur folgt der Checkliste 2017 (InfoFlora, 2017).

3.2 Artkartierung der Roten-Liste

Zur Ermittlung seltener Arten (Bornand et al., 2016) wurde der gesamte Projektperimeter und insbesondere die zwei Teilperimeter linienförmig begangen und die Koordinaten der Fundorte mit +/- 5 m Genauigkeit (CH1903+ / LV95) aufgenommen. Die Begehungen fanden an zweimal zwei aufeinanderfolgenden Tagen (9./10.08.2018 und 18./19.2018) und bei schönem Wetter statt. Die Fundorte der Roten-Liste Arten sowie die von geschützten Pflanzen nach Art. 20 Abs. 1 Anhang 2 („NHV“, 1991) sind in der Karte der Vegetationskartierung eingezeichnet.

3.3 Ordination

Für die Ordination wurde eine DCA (Detrended Classification Analysis) mit der Software «Canoco 5» (Version 5.1) mit 32 Fällen und 109 Arten inklusive den 8 Umweltfaktoren als zusätzliche Variablen gerechnet. Seltene Arten wurden weniger gewichtet (downweighted rare species). Die indirekte Gradientanalyse, als Verfahren der Dimensionsreduktion, zeigt in visueller Form Zusammenhänge innerhalb der Aufnahmen und klärt die Voraussetzung für eine TWINSpan-Berechnung (Gradientlänge 4 SD) ab (Berg & Mages, 2015). Über die Grösse des Pfeilwinkels zur Achse (Korrelation des Faktors mit der Achse) und der relativen Pfeillänge (Stärke der Änderung) zu anderen Pfeilen, lassen sich Faktoren als Indikator für die im Raum verteilten Vegetationseinheiten lesen (Leyer & Wesche, 2008).

3.4 Vegetationsklassifikation

Die aufgenommenen Vegetationsdaten wurden mit der Software *Vegetaz* (WSL, 2017) tabellarisiert und mit der Software *Juice* (Tichý et al., 2018) klassifiziert. Mittels Modified Twinspan Classification (Hill, 1979; Roleček et al., 2009) konnten Clusters herausgebildet werden (pseudospecies cut level: 1, minimum group size: 3, Average Sorensen dissimilarity). Die Voraussetzungen für eine TWINSpan Berechnung wurden mit einer DCA geprüft (Kapitel 3.3). Ergab die Gruppierung weniger als drei Vegetationsaufnahmen in den Clustern, wurden diese für die Klassifikation gemäss Dendrogramm zurückgefasst. Die TWINSpan-Clusternummern wurden in einem weiteren Schritt durch informelle Namen ersetzt (A priori Namensgebung mit den am häufigsten vertretenen Vegetationsaufnahmen in den Clustern: Wiese, Fels, Schneetal, Moor basisch, Moor sauer). Mit Fishers Exakter-Test (in *Juice*) wurden die Φ -Werte auf ihre Signifikanz geprüft (p-Wert: 0.05), aufgrund der nachträglichen Reklassifizierung der Clusteraufteilung jedoch nicht weiterverwendet.

Zusätzlich wurden für das Datenset Stetigkeiten und mit standardisierten Aufnahmegrößen die Φ -Werte (Chytrý et al., 2002; Tichý & Chytrý, 2006) berechnet und nach den Φ -Werten sortiert. Arten mit Φ -Werten ≥ 0.5 gelten als hoch diagnostisch, solche mit Werten ≥ 0.25 als diagnostisch für eine Vegetationseinheit (Chytrý, 2007). Die synoptische Tabelle der Aufnahmen diente als Grundlage für die Erstellung eines feldtauglichen Kartierungsschlüssels. Dazu wurden hoch diagnostische Arten, als Indikator einer Vegetationseinheit (TWINSPAN-Berechnung), mit diagnostischen Arten kombiniert und gegebenenfalls Differentialarten bestimmt.

3.5 Syntaxonomische Zuordnung und Nomenklatur

Die klassifizierten Vegetationseinheiten wurden mit Grabherr & Mucina, (1993); Schubert et al., (2010), Pignatti & Pignatti (2014) und ebenso (Delarze et al., 2015) syntaxonomisch bis auf die Verbandsstufe zugeordnet. Die Zuordnung folgt dem Internationalen Code phytosoziologischer Nomenklatur (Weber et al., 2001).

3.6 Vergleich der Vegetationseinheiten

Mit einfaktoriellen Varianzanalysen wurden in R die Umweltparameter und gewichteten Zeigerwerte (Landolt, 2010) der gebildeten Vegetationseinheiten auf ihre Unterschiede getestet. Die Berechnung der Zeigerwerte erfolgte mit *VegeDaz*, die Expositionswerte wurden vorgängig trigonometrisch angepasst ($\cos(\text{Exposition} \cdot \pi / 180)$). Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Die Voraussetzung für die ANOVA (Normalverteilung und Varianzhomogenität) wurde über eine visuelle Inspektion (QQPlot in R) der Verteilung der Residuen geprüft (Quinn & Keough, 2002). Wo die Voraussetzungen nur knapp erreicht werden konnten, wurden die Werte vorgängig logarithmiert und abermals mit einer ANOVA analysiert.

Zeigte die ANOVA-Berechnung Signifikanz an, wurde Tukeys Post-Hoc-Test ($p\text{-Wert} < 0.05$) angewendet und über den Buchstabenvergleich mit Boxplots visualisiert. Das R-Skript befindet sich im Anhang C.

3.7 Vegetationskartierung

Der Kartierungsschlüssel bildete die Grundlage für die Ansprache der Vegetationseinheiten. Während einer Begehung am 6. September 2018 wurden damit in den Teilperimetern Vegetationseinheiten voneinander abgegrenzt. Die so im Feld erfassten Vegetationseinheiten wurden mit ArcMap Version 10.5 von ESRI in digitale Karten übersetzt und mit den Informationen der Wegplanung überlagert.

4 Ergebnisse

4.1 Vegetationsaufnahmen

Insgesamt wurden in den 32 Aufnahmen 109 Gefässpflanzenarten angesprochen. Innerhalb des Projektperimeters beträgt der Boden pH-Wert 4.5.

4.2 Artkartierung der Roten-Liste

Im Bereich des Projektperimeters konnte *Thlaspi sylvium* Gaudin (Matterhorn-Täschelkraut) gefunden werden, welches in der Roten Liste 2016 als Vulnerable aufgeführt ist (Bornand et al., 2016). Ebenso fanden sich um den Riffelsee einige Individuen von *Nigritella rhellicani* Teppner & E.Klein, einer Orchideenart, welche nicht gefährdet, aber geschützt ist nach Art. 20 Abs. 1 Anhang 2 (NHV, 1991). Tabelle 2 zeigt die jeweiligen Ost- und Nordwerte der Fundorte im Koordinatensystem CH1903+ / LV95 aufgeführt.

Tabelle 2: Liste der Koordinaten (CH1903+ / LV95), der im Projektperimeter kartierten Arten der Roten Liste: *Thlaspi sylvium* Gaudin (Vulnerable, sowie der geschützten Orchideenart *Nigritella rhellicani* Teppner & E.Klein.

<i>Thlaspi sylvium</i> (Matterhorn-Täschelkraut)		<i>Nigritella rhellicani</i> (Schwarzes Männertreu)	
Ostwert	Nordwert	Ostwert	Nordwert
2'625'283	1'092'496	2'624'923	1'092'493
2'625'449	1'092'496	2'625'066	1'092'509
2'625'095	1'092'439	2'625'087	1'092'534
2'624'955	1'092'436	2'625'081	1'092'519
2'625'081	1'092'519		
2'625'075	1'092'506		
2'624'985	1'092'509		
2'625'114	1'092'539		
2'625'582	1'092'556		
2'625'004	1'092'454		
2'625'117	1'092'379		



Abbildung 6: Rechts: Exemplar von *Thlaspi sylvium* Gaudin (Matterhorn-Täschelkraut) in fruchtendem Zustand. Links: Blühendes Exemplar von *Nigritella rhellicani* Teppner & E.Klein (Schwarzes Männertreu). Fotos: Riffelsee, Pachlatko 2018.

4.3 Ordination

Die Achsen 1 und 2 in Abbildung 7 erklären den grössten Teil der Variation in der Artenzusammensetzung mit jeweils 15.88% und 6.52% (Eigenwert: 0.79 und 0.32). Die Gradientlänge beträgt für die erste Achse 7.21 SD, was auf einen fast zweifachen Artwechsel entlang des Gradienten hindeutet (Voraussetzung für TWINSpan gegeben). Der zugrunde liegende Gradient zeigt dadurch eine hohe Bedeutung. Die zweite Achse weist eine Länge von 3.45 SD auf (oben und unten fast keine gemeinsamen Arten vorhanden). Auch hier kann der zugrunde liegende Gradient als wichtig für das Artvorkommen angenommen werden.

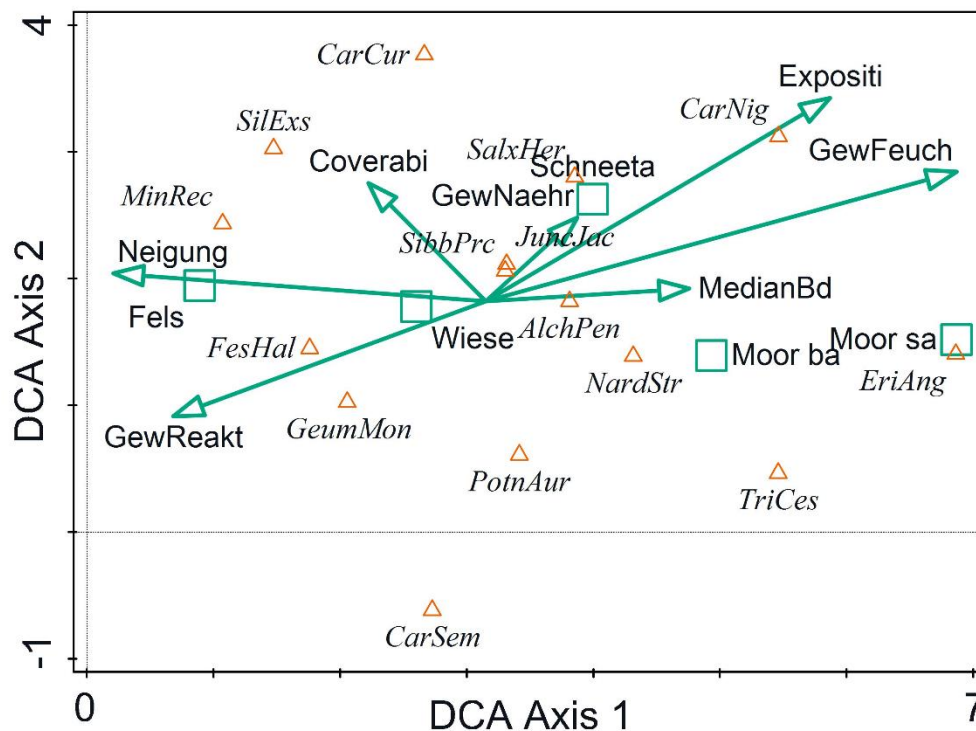


Abbildung 7: Ordination von 32 Vegetationsaufnahmen mit insgesamt 109 Arten. Die dazugehörigen Umweltparametern und ihre Verteilung im Raum sind als Pfeile dargestellt (numerische Variablen). Die Vegetationseinheiten sind ihrer Unähnlichkeit nach im Raum verteilt (nominale Variablen, Quadrate). Die 15 häufigsten Arten sind ebenfalls nach Unähnlichkeit verteilt (Dreiecke). Achse 1 (horizontal) erklärt 15.9 % der Verteilung, die Achse 2 (vertikal) 6.5 %. Eigenwerte der ersten/zweiten Achse: 0.79 und 0.32; Gradientlänge: 7.2 und 3.5 SD. Erläuterung der Abkürzungen: GewReakt: Gewichtete Reaktionszahl, GewNaehr: gew. Nährstoffzahl, GewFeuch: gew. Feuchtezahl, MedianBd: Median der Bodentiefe, Coverabi: abiotischer Deckungsanteil, Expositi: Exposition, Moor ba + sa: Moor basisch + sauer, CarSem: Carex sempervirens, TriCes: Trichophorum cespitosum, PotnAur: Potentilla aurea, GeumMon: Geum montanum, NardStr: Nardus strictus, EriAng: Eriophorum angustifolium, AlchPen: Alchemilla pentaphyllea, FesHal: Festuca halleri, SibbPrc: Sibbaldia procumbens, JunJac: Juncus jacquinii, SalxHer: Salix herbaceae, MinRec: Minuartia recurva, SilExs: Silene exscapa, CarCur: Carex curvula, CarNig: Carex nigra.

4.4 Vegetationsklassifikation

Abbildung 8 zeigt das Dendrogramm mit sechs Gruppen aus der TWINSPAN-Klassifikation (maximal Sorensen dissimilarity: 0.576). Cluster 4 bestand aus nur einer Aufnahme und wurde mit Cluster 5 als zusammengehöriges Cluster gewählt.

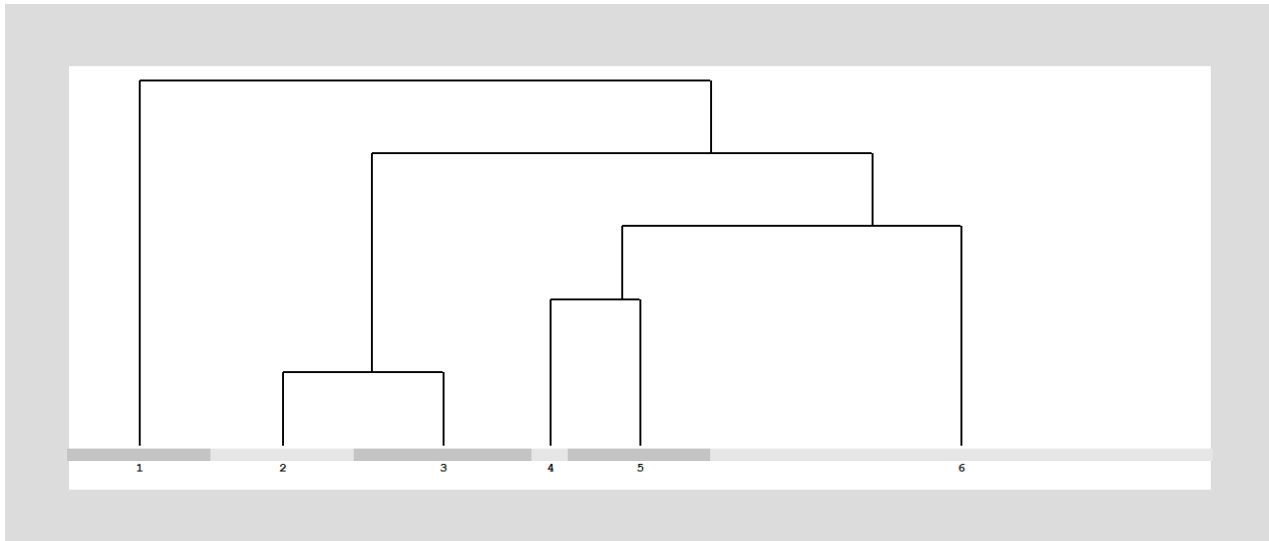


Abbildung 8: Dendrogramm aus JUICE mit 6 Clustern (maximal Sorensen dissimilarity: 0.576) Cluster 4 und 5 wurden zu einem Cluster zurückgefasst. Die in der Arbeit verwendeten informellen Namen wurden wie folgt vergeben: 1 - Moor sa, 2 - Schneetal, 3 - Moor ba, 4 und 5 - Fels, 6 - Wiese.

Das Resultat der zusammengefassten TWINSPAN-Berechnung führte zur synoptischen Tabelle (Tabelle 4). Die vollständige Vegetationstabelle befindet sich im Anhang B. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der Klassifikation der Vegetationseinheiten mit jeweils einer hoch diagnostischen Art und ihren Stetigkeits- und Treuwerten. Diese Gefässpflanzenarten bildeten zusammen mit Differentialarten das Artengerüst des Kartierungsschlüssels (Anhang C).

Tabelle 3: Zuordnung der informellen Namen zum Cluster der TWINSPAN-Berechnung sowie die treuesten hochdiagnostische Arten (Φ -Wert ≥ 0.5) für die klassifizierten Vegetationseinheiten.

Clusternummer	Vegetationseinheit	Gefässpflanzenart	Stetigkeit	Φ -Wert
1	Moor sa	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	100	0.60
2	Schneetal	<i>Carex foetida</i> All.	75	0.75
3	Moor ba	<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.	100	1.00
4	Fels	<i>Thlaspi sylvium</i> Gaudin	80	0.74
5	Wiese	<i>Leucanthemopsis minima</i> (Vill.) Marchi	86	0.77

Tabelle 4: Gekürzte Stetigkeitstabelle basierend auf der vollständigen Vegetationstabelle im Anhang B. Die Arten sind einerseits nach TWINSPAN-Cluster mit informellen Namen geordnet (Spalten), andererseits nach fallenden prozentualen Φ -Werten innerhalb der Cluster (Zeilen). Die hochgestellten Symbole stellen die Φ -Werte dar (** $\Phi \geq 0.50$, * $\Phi \geq 0.25$, ° $\Phi > 0.00$). Die Φ -Werte sind nicht signifikanzgeprüft. Hochstete Arten sind blau (≥ 75 % Stetigkeit), stete Arten (≥ 25 %) sind grün hervorgehoben. Die Kästchen stellen die Artgarnitur einer Vegetationseinheit zusammen; die prozentualen Werte sind in der Vegetationstabelle im Anhang ersichtlich. Begleitarten sind nicht aufgeführt.

Vegetationseinheit	Moor sa	Schneetal	Moor ba	Fels	Wiese
Eriophorum angustifolium Honck.	100**	25	80*	0	0
Eriophorum scheuchzeri Hoppe	25*	0	0	0	0
Carex foetida All.	0	75**	0	0	21
Taraxacum alpinum aggr.	0	100**	40°	0	36°
Alchemilla pentaphyllea L.	0	100**	80*	0	36
Salix herbacea L.	0	100*	80*	40	43
Eleocharis quinqueflora (Hartmann) O. Schwarz	0	25*	0	0	0
Cerastium cerastoides (L.) Britton	0	25*	0	0	7°
Phleum alpinum aggr.	0	50*	40°	0	14
Sibbaldia procumbens L.	0	75*	40	20	71*
Nardus stricta L.	0	75*	60°	0	79*
Cerastium alpinum L.	0	25*	0	0	14°
Carex lachenalii Schkuhr	0	25*	0	0	14°
Gnaphalium supinum L.	0	50*	40°	0	36°
Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.	0	25*	20°	0	0
Polygonum viviparum L.	0	75*	80*	40	43
Trichophorum cespitosum (L.) Hartm.	0	0	100**	0	0
Primula farinosa L.	0	25°	80**	0	0
Carex nigra (L.) Reichard	25	50°	100**	0	0
Pinguicula spec.	0	0	40**	0	0
Viola biflora L.	0	0	40**	0	0
Loiseleuria procumbens (L.) Desv.	0	0	40**	0	7
Homogyne alpina (L.) Cass.	0	0	40**	0	7
Soldanella alpina L.	0	0	20*	0	0
Carex pulicaris L. /cf.	0	0	20*	0	0
Ligusticum mutellina (L.) Crantz	0	0	20*	0	0
Ranunculus platanifolius L.	0	0	20*	0	0
Carex dioica L.	0	0	20*	0	0
Soldanella spec.	0	0	20*	0	0
Salix foetida DC.	0	25	40*	0	0
Carex caryophyllea Latourr.	0	0	20*	0	7°
Leontodon helveticus Mérat	0	25	60*	20	57*
Juncus jacquinii L.	0	50°	60*	0	71*
Thlaspi sylvium Gaudin	0	0	0	80**	21°
Thymus praecox subsp. polytrichus (Borbás) J alas	0	0	0	80**	21°
Festuca intercedens (Hack.) Lüdi	0	0	0	60**	7
Phyteuma hemisphaericum L.	0	0	0	40**	0
Salix retusa L.	0	0	0	40**	0
Campanula scheuchzeri Vill.	0	0	40°	80**	29
Minuartia recurva (All.) Schinz & Thell.	0	25	20	100**	86*
Phyteuma globulariifolium Sternb. & Hoppe s.l.	0	0	0	40*	7
Sempervivum arachnoideum L.	0	0	0	60*	43*
Draba aizoides L.	0	0	0	60*	43*
Sempervivum montanum L.	0	0	0	60*	43*
Erigeron uniflorus L.	0	0	0	40*	14°
Juniperus communis subsp. alpina Celak.	0	0	0	20*	0
Juncus trifidus L.	0	0	0	20*	0
Agrostis rupestris All. /cf.	0	0	0	20*	0
Veronica fruticans Jacq.	0	0	0	20*	0
Carex flava L.	0	0	0	20*	0
Carex rupestris All.	0	0	0	20*	0
Potentilla frigida Vill.	0	0	0	20*	0
Ligusticum mutellinoides (Crantz) Vill.	0	0	60°	80*	86*
Cardamine alpina Willd.	0	0	0	20*	7°
Hieracium piliferum aggr.	0	0	0	40*	43*
Festuca halleri aggr.	0	0	0	60*	100**
Cardamine resedifolia L.	0	0	0	40*	50*
Veronica aphylla L.	0	0	0	20*	14°

Leucanthemopsis minima (Vill.) Marchi	0	25°	0	0	86**
Senecio incanus L. subsp. incanus	0	0	0	40°	86**
Luzula spicata (L.) DC. s.l.	0	0	0	20	71**
Geum montanum L.	0	0	20°	0	71**
Gentiana brachyphylla Vill.	0	0	20	20	71**
Lotus alpinus (DC.) Ramond	0	0	0	0	36**
Carex curvula All. s.l.	0	25°	0	0	57**
Silene exscapa All.	0	25	0	40°	71*
Veronica alpina L.	0	0	0	0	29*
Myosotis alpestris F. W. Schmidt	0	0	0	0	29*
Pedicularis kernerii Dalla Torre	0	0	0	0	29*
Poa alpina L.	0	50°	0	20	71*
Androsace obtusifolia All.	0	0	0	0	21*
Hippocrepis comosa L.	0	0	0	0	21*
Salix serpyllifolia Scop.	0	0	0	0	21*
Ranunculus kuepferi Greuter & Burdet	0	0	0	0	21*
Galium anisophyllum Vill.	0	0	0	0	21*
Potentilla aurea L.	0	0	40°	20	57*
Antennaria dioica (L.) Gaertn.	0	0	0	20°	36*
Thesium alpinum L.	0	0	0	0	14*
Anthyllis vulneraria L. subsp. valesiaca (Beck) Guyot	0	0	0	0	14*
Luzula alpinopilosa (Chaix) Breistr.	0	0	0	0	14*
Alchemilla helvetica aggr. /cf.	0	0	0	0	14*
Potentilla crantzii (Crantz) Fritsch	0	0	0	20°	29*
Sedum alpestre Vill.	0	0	0	20°	29*
Helictotrichon versicolor (Vill.) Pilg.	0	0	20°	0	29*
Hieracium alpinum L.	0	0	20°	0	29*

4.5 Syntaxonomische Zuordnung

Die fünf unterschiedenen Vegetationseinheiten sind in der Arbeit als Fels, Schneetal, Moor ba, Moor sa und Wiese codiert. Ihre Zuordnung zu syntaxonomischen Einheiten ergab folgender Befund:

Klasse *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. et al. 1947

Ordnung *Salicetalia herbaceae* Br.-Bl. 1926
 Schneetal: *Salicion herbaceae* Br.-Bl. 1926

Klasse *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* (Nordhagen 1936) R. Tx. 1937

Ordnung *Caricetalia fuscae* W.Koch 1926
 Moor sa: *Caricion fuscae* W.Koch 1926

Ordnung *Caricetalia davallianae* Br.-Bl. 1949
 Moor ba: *Caricion davallianae* Klika 1934

Klasse *Caricetea curvulae* Br.-Bl. 1948

Ordnung *Caricetalia curvulae* Br.-Bl. 1926
 Fels und Wiese: *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925



Abbildung 9: Beispiel einer Zuweisung der Vegetationseinheit Schneetal zum Verband *Salicion herbaceae*. Br.-Bl. 1926. Typisch teppichartige Ausbreitung der zwergwüchsigen *Salix herbacea*. Foto: Pachlatko 2018.



Abbildung 10: Ufergesellschaft mit *Eriophorum angustifolium* am Riffelsee. Die als Moor sa codierte Vegetationseinheit steht als Beispiel für die Zuweisung zur Syntaxa *Caricion fuscae* W.Koch 1926. Foto: Pachlatko 2018.



Abbildung 11: Beispiel einer als Moor ba codierten Fläche im Abfluss des Riffelsees. Die Zuweisung zum Verband *Caricion davallianae* Klika 1934 erfolgte aufgrund der Art *Primula farinosa*. Foto: Pachlatko 2018.



Abbildung 12: Typische Ausprägung der alpinen Rasen im Untersuchungsgebiet um den Riffelsee. Felsige Strukturen wechseln sich mit dichten, eher artarmen Rasenflächen ab. Die beiden als Fels und Wiese codierten Vegetationseinheiten, welche von *Festuca halleri* subsp. *halleri* dominiert werden, gehören dem Verband *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925 an. Foto: Pachlatko 2018.

4.6 Vergleich der Vegetationseinheiten

Über eine visuelle Überprüfung der Normalverteilung der Residuen für alle Umweltparameter und Zeigerwerte konnten die Voraussetzungen für eine einfaktorielle ANOVA als zulässig angesehen werden. Abbildung 8 und 9 zeigen die Resultate der Berechnungen. Die p-Werte der gewichteten Feuchte- und Reaktionszahl, des abiotischen Deckungsgrades, der Exposition und der Neigung sind hoch signifikant. Die Werte der gewichteten Nährstoffzahlen und des Medians der Bodentiefe sind aufgrund des knappen p-Wert-Ergebnisses logarithmiert. Faktoren, welche sich einen Buchstaben teilen unterscheiden sich nicht signifikant im Umweltparameter.

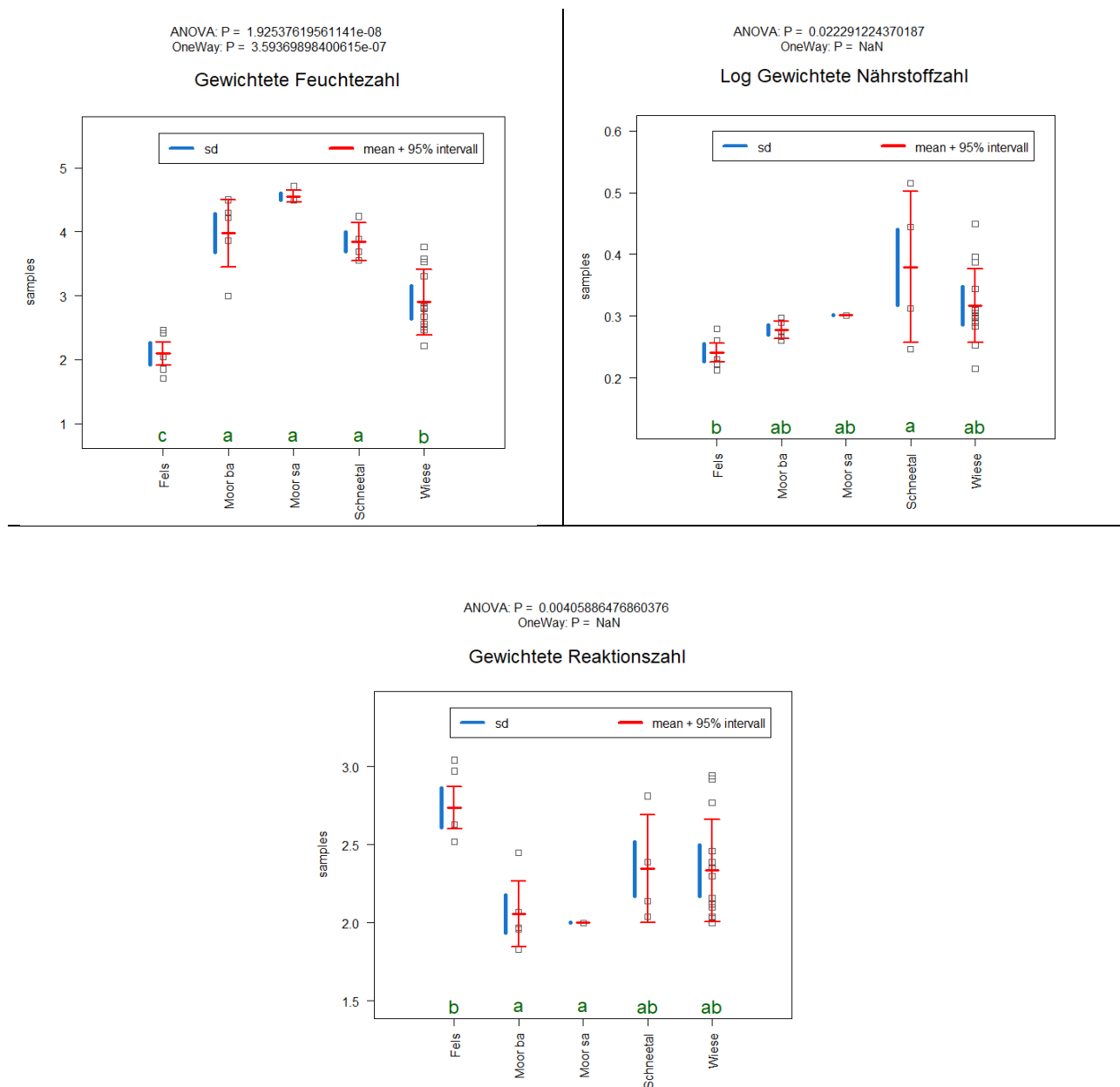


Abbildung 13: Resultate der einfaktoriellen ANOVA für die Mittelwerte der gewichteten Zeigerzahlen (Landolt, 2010) aufgeteilt nach Cluster der TWINSPAN-Berechnung. Der p-Wert der ANOVA ist bezeichnet; Faktoren, welche sich einen Buchstaben teilen unterscheiden sich nicht signifikant. Die Werte der gewichteten Nährstoffe sind logarithmiert. (Moor ba: basisch, Moor sa: sauer).

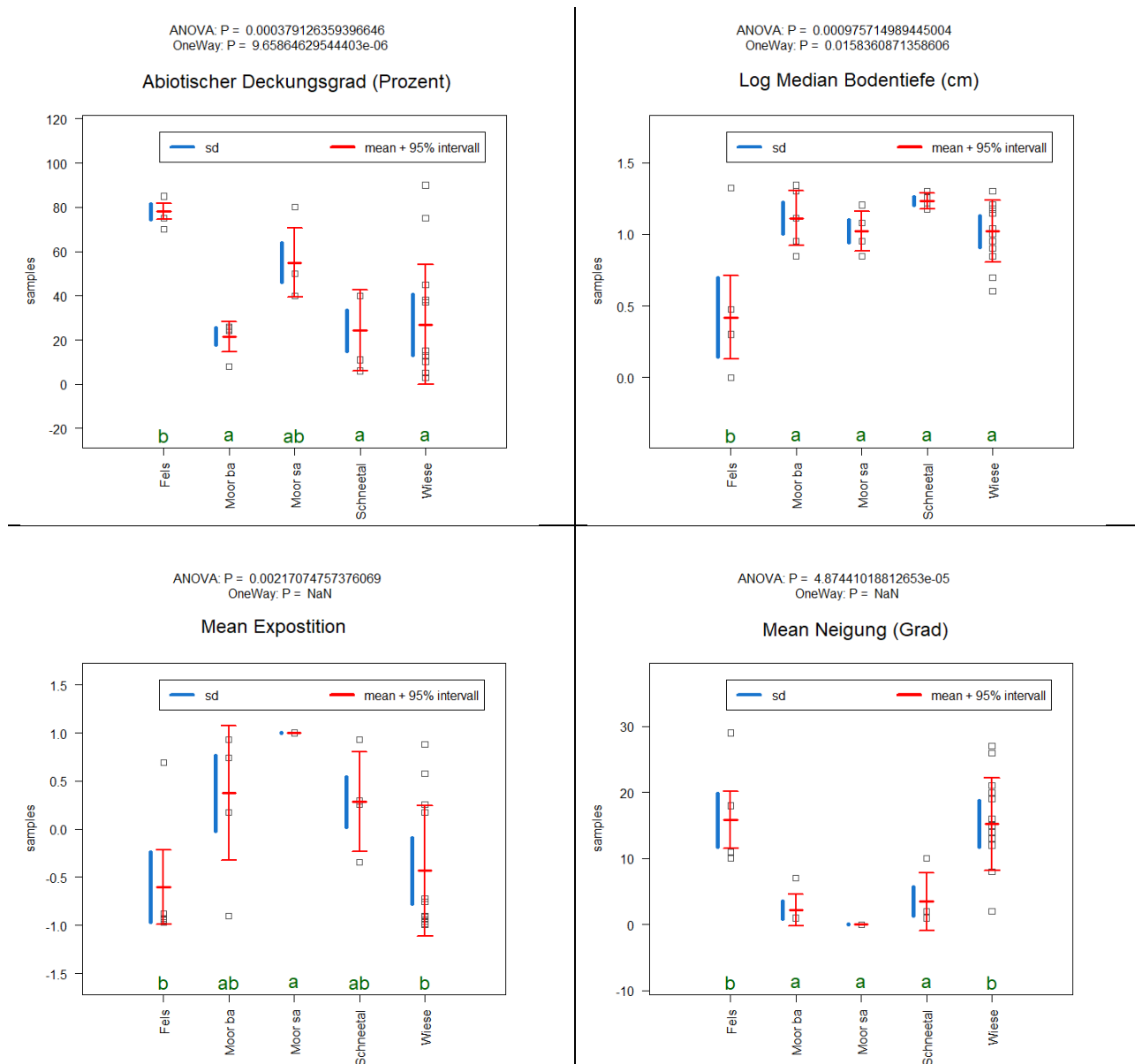


Abbildung 14: Resultate der einfaktoriellen ANOVA für die zusätzlich erhobenen Umweltparameter aufgeteilt nach Cluster der TWINSpan-Berechnung. Der p-Wert der ANOVA ist bezeichnet; Faktoren, welche sich einen Buchstaben teilen unterscheiden sich nicht signifikant. Die Werte Median der Bodentiefe sind logarithmiert (Moor ba: basisch, Moor sa: sauer).

4.7 Vegetationskartierung

Das Resultat der Kartierung ist in Abbildung 15 und Abbildung 16 ersichtlich. Zusätzlich zur Abgrenzung der Vegetationseinheiten zeigen die Karten den Verlauf aller bestehenden Wege (offiziell und informell), die geplanten Wegänderungen und MTB-Trails sowie die gefundenen Arten der Roten Liste und gesetzlich geschützte Arten.

Vegetationskartierung Gornergrat: Teil 1 Riffelsee

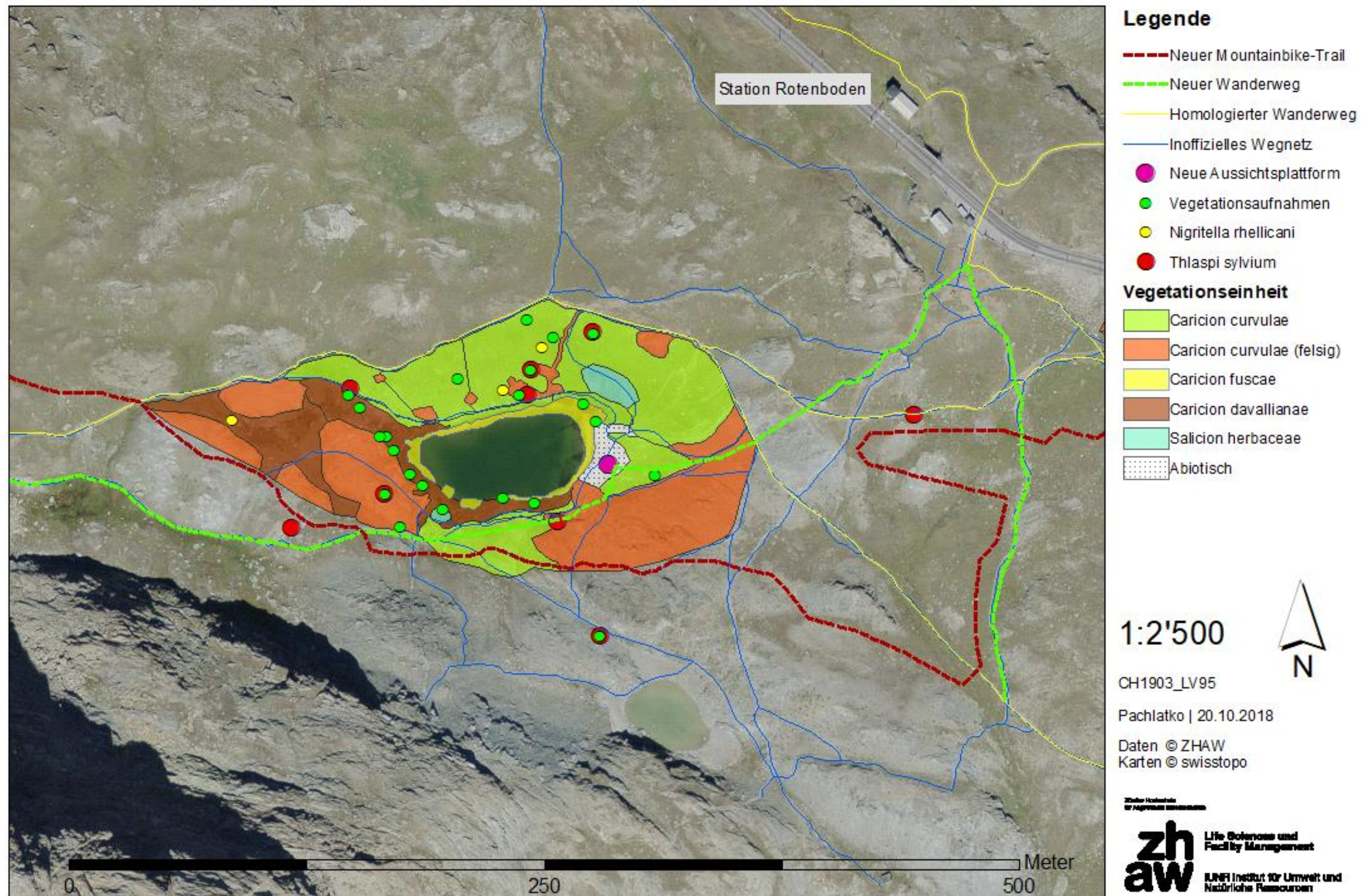


Abbildung 15: Kartierungsergebnis im Teilgebiet 1 des Vegetationsperimeters (Riffelsee). Geschützte Arten und Arten der Roten Liste sind gekennzeichnet, ebenso die Standorte der Vegetationsaufnahmen (+/- 5m) und der geplanten Aussichtsplattform. Zusätzlich zum homologierten Wegnetz (gelb), sind die geplanten Wege des «Gesamtprojekts Gornergrat» (grün und rot) sowie alle informellen Wege (blau) dargestellt.

Vegetationskartierung Gornergrat: Teil 2 Wegabschnitt

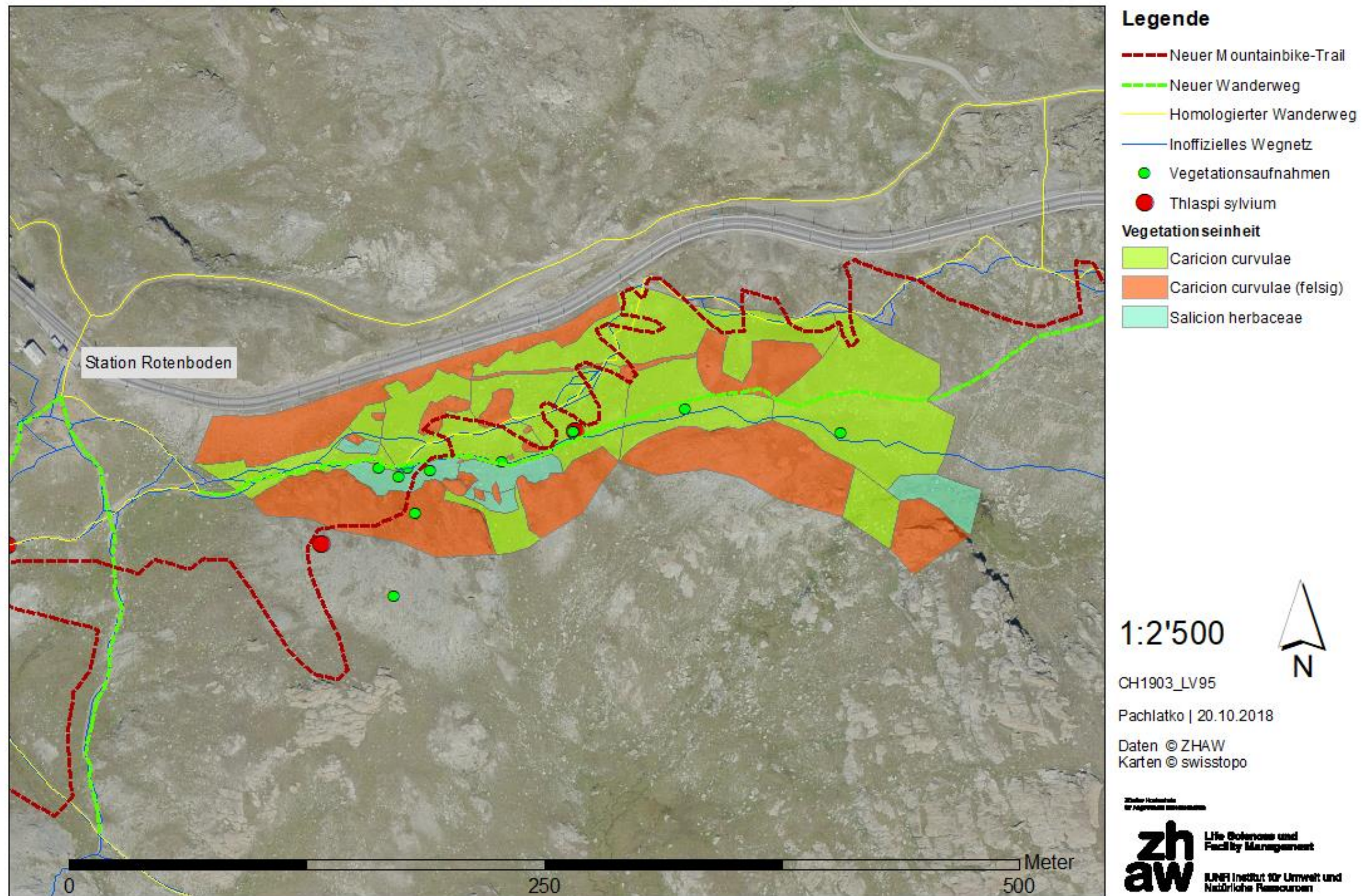


Abbildung 16: Kartierungsergebnis im Teilgebiet 2 des Vegetationsperimeters (Wegabschnitt). Geschützte Arten und Arten der Roten Liste sind gekennzeichnet, ebenso die Standorte der Vegetationsaufnahmen (+/- 5m) und der geplanten Aussichtsplattform. Zusätzlich zum homologierten Wegnetz (gelb), sind die geplanten Wege des «Gesamtprojekts Gornergrat» (grün und rot) sowie alle informellen Wege (blau) dargestellt.

5 Diskussion

5.1 Arten und ihre Verbreitung

Die gefundenen Arten gelten für die silikatische Bergregion und deren Höhe als typisch und bekannt (InfoFlora, 2018). Als Rote-Liste Art konnte im Verlauf der Untersuchung primär *Thlaspi sylvium* Gaudin (Matterhorn-Täschelkraut) nachgewiesen werden. Diese Art kommt schweizweit nur in dieser Region vor, hat ein sehr kleines Verbreitungsgebiet (< 20 km²) und ist als *Vulnerable* mit IUCN-Kriterium D2 gelistet (Bornand et al., 2016). Das kleine Verbreitungsgebiet (Abbildung 17) führt zu einer hohen nationalen Priorität aufgrund der Art-Gefährdung und Verantwortung (BAFU, 2011). Durch weitere Verbreitungsgebiete in den italienisch/französischen Cottischen und Grajischen Alpen (Sauerbier & Langer, 2017) ist die Art nicht auf der internationalen Liste der gefährdeten Arten gelistet (Bilz, 2011). Die Kategorie D2 steht für ein sehr kleines Verbreitungsgebiet, in welchem eine Art in sehr kurzer Zeit durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten oder zufälliger Ereignisse verschwinden kann. Am Gornergrat und in der weiteren Umgebung Zermatts ist damit verstärkt auf die Pflanzenart achtzugeben, da eine hoch frequentierte Erholungs- und touristische Nutzung in diesen Gebieten stattfindet.

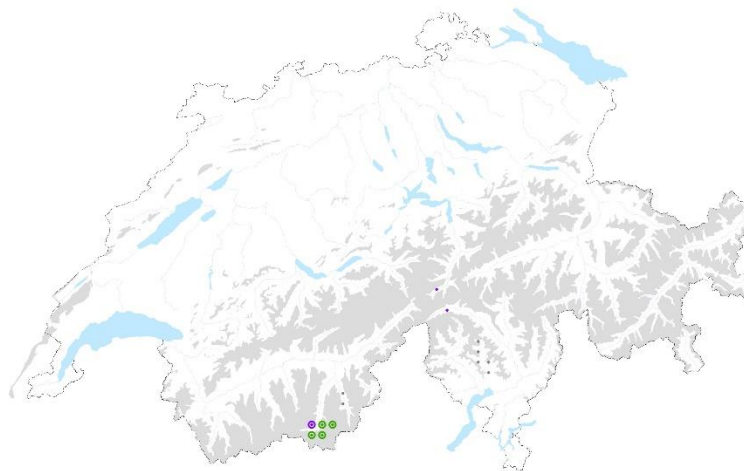


Abbildung 17: Verbreitungsgebiet von *Thlaspi sylvium* in der Schweiz (2018). Die Art wird in der Nationalen Liste der Prioritäten Arten geführt (hoch) und gilt nach der Roten Liste der Gefässpflanzen 2016, aufgrund des sehr kleinen Verbreitungsgebiets, als *Vulnerable*. In Grün sind durch InfoFlora validierte, in violett noch nicht validierte Fundmeldungen dargestellt. (InfoFlora, 2018)

Die im Rahmen dieser Arbeit aufgenommenen Liste von Arten widerspiegelt einen grossen Teil der Vegetation vor Ort, kann aber durch die begrenzte Bearbeitungszeit einer Saison nicht als vollständig gelten. Zum Vergleich wird für den Projektperimeter die Art-Liste von InfoFlora herangezogen (2018). In der vorliegenden Untersuchung konnten im Vergleich mit obengenannter Liste einige Rote-Liste Arten nicht nachgewiesen werden (Tabelle 5), die nicht gefährdeten Arten entsprechen sich weitgehend.

Tabelle 5: Rote Liste Arten der InfoFlora-Datenbank für das Untersuchungsgebiet Gornergrat (Projektperimeter). Die Fundmeldungen wurden von verschiedensten Personen erbracht, darunter fanden auch explizite Rote-Liste Begehungen statt. Die Gefährdungskriterien (inkl. Unterkategorien) stehen für A: Abnahme der Populationsgrössen und C: allgemeine Populationsgrösse.

Rote-Liste Art	Gefährdungsstatus	IUCN-Kriterium
<i>Artemisia borealis</i>	VU	C2a(i)
<i>Carex atrofusca</i>	VU	C2a(i)
<i>Carex maritima</i>	VU	A2c, A3c
<i>Phyteuma humile</i>	VU	C1, C2a(i)
<i>Taraxacum pacheri</i>	VU	A2c, C1, C2a(i)
<i>Trifolium saxatile</i>	VU	C1, C2a(i)

Die Orchideenart *Nigritella rhellicani* Teppner & E.Klein (Schwarzes Männertreu) wurde ebenfalls im Projektperimeter gefunden. Diese Art ist gemäss Natur und Heimatschutzverordnung geschützt. Ausgraben und Wegführen der Art, insbesondere durch technische Eingriffe, ist untersagt (Art.20, Abs. 1, Anhang 2, NHV). Die Verbreitung der Art ist grossflächig und erstreckt sich über den gesamten Alpenraum und Jurabogen (InfoFlora, 2018).

Erwähnenswert ist der Fund der Sumpfpflanzen *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe und *Carex nigra* (L.) Reichard am Riffelsee auf 2770 m ü. M. Diese als Höhenrekorde geltende Verbreitung der beiden Arten ist der geschützten Lage des Sees zu verdanken. Hier haben insgesamt elf Sumpf- und Wasserpflanzen ihren alpinen Höhenrekord (unter anderem *Sparganium angustifolium*, *Ranunculus trichophyllus* subsp. *eradicatus*, *Potamogeton berchtoldii*, *Carex nigra*, *Carx davalliana*, *Juncus triglumis* und *Eriophorum scheuchzeri*) (Käsermann et al., 2003). Die erwähnten Wasserpflanzen schlagen sich aufgrund des Aufnahmezeitpunktes der Untersuchung nicht in den Aufnahmelisten nieder.

5.2 Ordination

Die Heterogenität entlang der Achse spricht für eine grosse Bedeutung des Gradienten, welcher der Achse zugrunde liegt. Die Verteilung der Arten entlang der Achse (links: *Minuartia recurva* (All.) Schinz & Thell. und rechts: *Eriophorum angustifolium* Honck.) deuten mit der relativen Länge und dem Winkel des Pfeils «Gewichtete Feuchtezahl» auf einen Feuchtegradient hin. Der Tukey-Test (Kapitel 4.6) der gewichteten Feuchtezahlen stützt dieses Resultat. In der vielfältigen Mosaikstruktur der untersuchten Landschaft scheint dies für die erhobenen Aufnahmen plausibel. In dem besonders trockenen Klima des Gornergrates stellen Mulden mit höherer Feuchtigkeit einen krassen Gegensatz zur exponierten Kuppenlage dar (Käsermann et al., 2003). Aufgrund der Verteilung der Arten lässt sich für die vertikale Achse, auch mit Einbezug der übrigen Post-Hoc-Tests, kein Gradient sicher bestimmen. Gradienten von Umweltparametern, welche in dieser Untersuchung nicht erhoben wurden, wie zum Beispiel Strahlungsintensität, Windexposition oder Trittbelastung wirken kleinräumig und tragen zu einem Florawechsel innerhalb der Landschaft bei (Reisigl & Keller, 1994).

5.3 Vegetationsklassifikation

Das Ergebnis der Klassifikation führte nicht in jeder Vegetationseinheit zu klaren Charakterarten, trennte die Arten jedoch anwendbar. Durch kleinräumige Ausprägungen der Vegetation ist die Aufnahme eines homogenen Bestandes schwierig (Reisigl & Keller, 1994). So finden sich, aufgrund des hohen Durchmischungsgrades, in einigen Aufnahmen Arten angrenzender Vegetationseinheiten. Der Umfang der Aufnahmen pro klassifizierter Vegetationseinheit ist gering (N = 4 - 14). Ein umfangreicheres Datenset würde hier zu robusteren Resultaten führen.

Ein Spezialfall stellt *Festuca halleri* All. subsp. *halleri* (Haller's Schwingel) dar. Es dominiert in den 14 Aufnahmen der Wiesen (Stetigkeit 100 %, Φ -Wert: 0.73), ist in der synoptischen Tabelle aufgrund des positiven Φ -Wertes aber auch in der Artkombination des Felses (N = 5) aufgeführt (Stetigkeit: 60 %, Φ -Wert: 0.3). Die Zuweisung erfolgte dadurch zu den Wiesen als hoch diagnostische Art. Andere Arten zeigen ein noch deutlicheres kosmopolitisches Verhalten innerhalb der Aufnahmen.

Die Berechnung der Φ -Wert-Signifikanz würde die synoptische Tabelle durch das Wegfallen nicht relevanter Werte nochmals neu sortieren, was eine Neubeurteilung zur Folge haben könnte.

5.4 Syntaxonomische Zuordnung

Die Einteilung der beiden Einheiten Fels und Wiese in den Verband *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925 ist durch die dominante Charakterart *Festuca halleri* All. subsp. *halleri* und vielen weiteren Kennarten naheliegend (Delarze et al., 2015). Für die erhobene Artkombination des Moor sa und ba finden sich in der Literatur weniger klare Zuweisungen. Die ausschlaggebende Gefässpflanzenart der Einheit Moor sa war *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe, welche in keiner der anderen Vegetationseinheiten gefunden wurde und als Charakterart gilt. Sie ermöglichte die syntaxonomische Zuordnung zum *Caricion fuscae* W.Koch 1926 (Delarze et al., 2015). Die Zuordnung des Moor ba zum *Caricion davallianae* Klika 1934 führte über die Art *Primula farinosa* L. mit einer Stetigkeit von 80 % und einem Φ -Wert von 0.72. Viele andere Arten der beiden klassifizierten Vegetationseinheiten (z.B. das hochdiagnostische *Trichophorum cespitosum* (L.) Hartm. oder *Carex nigra* (L.) Reichard) gelten als Ordnungscharakterarten und sind in beiden Verbänden häufig anzutreffen (Grabherr & Mucina, 1993).

Mit der oben beschriebenen Zuweisung der beiden Moortypen und dem Schneetal zum Verband *Salicion herbaceae* Br.-Bl. 1926 (*Carex foetida* All. und *Alchemilla pentaphyllea* L.) kann die Fragestellung nach den geschützten Lebensräumen im Untersuchungsgebiet positiv beantwortet werden (Delarze et al., 2015). Alle drei Lebensraumtypen gelten nach schweizerischer Natur- und Heimatschutzverordnung als schützenswert (Art.14, Abs.3, Anhang 1, NHV).

Für die vier ermittelten Verbände macht der Autor der vorliegenden Arbeit auf Stufe der Assoziation folgenden Vorschlag (Tabelle 6). Die Assoziationseinteilung der feuchten Einheiten (Schneetal und beide Moortypen) sind in der Literatur beschrieben und durch die gefundenen Arten auch treffend zuzuweisen (Pignatti & Pignatti, 2014; Schubert et al., 2010). Die klassifizierte Einheit Wiese des Verbandes *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925, lässt sich der Assoziation *Festucetum halleri* Br.-Bl. et Jenny 1926 zuschreiben (Grabherr & Mucina, 1993). Im selben Verband findet sich die Einheit Fels, für welche sich keine syntaxonomische Einheit auf Assoziationsstufe nach Pignatti & Pignatti oder Grabherr & Mucina definieren liess. Die Einteilung zum Sempervivo-Minuaetum recurvae (Vorschlag des Autors) erfolgt über die hochstete Art *Minuartia recurva* (All.) Schinz & Thell. (Stetigkeit: 100 %, Φ -Wert: 0.54) und den beiden häufigen Sempervivum-Arten (*S. arachnoideum* L. und *S. montanum* L., beide Stetigkeit: 60 % und Φ -Wert: 0.49). Topografisch waren diese Einheiten an den trockensten und felsigsten Stellen zu finden, wo zwar *Festuca halleri* subsp. *halleri* wächst, der floristische Deckungsgrad aber stark abnahm. Der Tukey-Test zeigt demzufolge auch signifikante Unterschiede im abiotischen Deckungsgrad (Mittelwert: Wiese 27 %, Fels 78%). Auch in der gewichteten Feuchtezahl unterscheiden sich Wiese und Fels signifikant (Mittelwert: Wiese 2.9, Fels 2.0). Die vorgeschlagene Assoziation *Sempervivo-Minuaetum recurvae* innerhalb des Verbandes *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925, nimmt im Ökogramm eine trockenere Stellung als das *Festucetum halleri* Br.-Bl. et Jenny 1926 ein. Abbildung 18 zeigt die typische Ausprägung der Einheit Fels. Der Vorschlag entspringt dem Umfang vorliegenden Untersuchung und stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere Untersuchungen im Gebiet sind für eine Definition notwendig.

Tabelle 6: Vorschlag zur Syntaxa bis auf Assoziationsstufe zu den Vegetationsaufnahmen am Gornergrat. Die Assoziationen *Salicetum herbaceae*, *Eriophoretum scheuchzeri*, *Eleocharitetum pauciflorae* und *Festucetum halleri* sind in der Literatur beschrieben (Grabherr & Mucina, 1993; Schubert et al., 2010; Pignatti & Pignatti, 2014). Die Einteilung der Einheit Fels zum *Sempervivo-Minuretum recurvae* (Vorschlag des Autors) bedarf weiteren Untersuchungen.

Einheit	Schneetal	Wiese	Fels	Moor sa	Moor ba
Klasse	<i>Salicetea herbaceae</i>	<i>Caricetea curvulae</i>		<i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i>	
Ordnung	<i>Salicetalia herbaceae</i>	<i>Caricetalia curvulae</i>		<i>Caricetalia nigrae</i>	<i>Caricetalia davalliana</i>
Verband	<i>Salicion herbaceae</i>	<i>Caricion curvulae</i>		<i>Caricion nigrae</i>	<i>Caricion davalliana</i>
Assoziation	<i>Salicetum herbaceae</i> Br.-Bl. 1948	<i>Festucetum halleri</i> Br.-Bl. et Jenny 1926	<i>Sempervivo-Minuretum recurvae</i> (Vorschlag)	<i>Eriophoretum scheuchzeri</i> (Rübel 1911) Fries 1913	<i>Eleocharitetum pauciflorae</i> Lüdi 1921



Abbildung 18: Felsige Ausprägung im Verband *Caricion curvulae* Br.-Bl.- 1925 mit *Erigeron alpinus* L., *Sempervivum arachnoideum* L. und *Festuca halleri* aggr. Nach Meinung des Autors wären diese trockensten Aspekte des Verbandes vom *Festucetum halleri* Br.-Bl. et Jenny 1926 abzutrennen und als *Sempervivo-Minuretum recurvae* einzuordnen. Der Vorschlag muss noch weiter untersucht werden und stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Foto: Pachlatko 2018.

5.5 Vergleich der Vegetationseinheiten

Die, durch die Klassifizierung gebildeten, Vegetationseinheiten unterscheiden sich in den erhobenen Umweltparametern zum Teil signifikant. Bei den Zeigerwerten scheint in erster Linie die Feuchtigkeit eine signifikante Rolle bei der Ausbildung von verschiedenen Pflanzengesellschaften zu spielen. Dies zeigt sich in der ANOVA und dem Tukey-Test und schlägt sich in der DCA als prägenden Faktor nieder. Die Verwendung von Zeigerwerte als Interpretation einer indirekten Korrespondenzanalyse kann jedoch aufgrund ihrer Abhängigkeit zum Standort (oder den Pflanzen) in Frage gestellt werden. Trotzdem lässt es eine zurückhaltende Einschätzung zu und entspricht der schliessenden Statistik überein.

5.6 Vegetationskartierung

Die Arbeit von (Steiner, 2002) stimmt in der Ansprache des Verbandes mit der vorliegenden Untersuchung überein, kommt aber im Bereich des Riffelsees kleinräumig zu einem anderen Schluss (Abbildung 19).

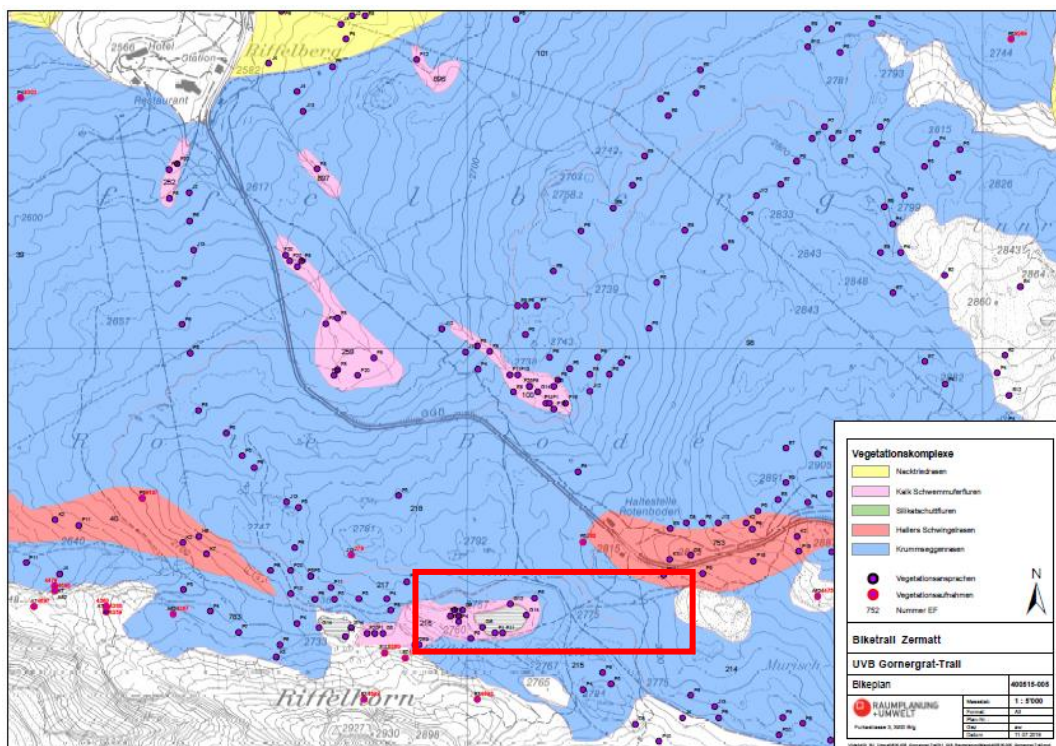


Abbildung 19: Auszug der Vegetationskartierung aus der Promotionsarbeit "Die Vegetation der Gemeinde Zermatt" (Steiner, 2002). Im Bereich des Riffelsees wurden keine Vegetationsaufnahmen (rote Punkte) gemacht. Die violetten Punkte stellen Vegetationsansprachen dar. Überlagert wurde die Karte mit einem roten Viereck, welches das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit bezeichnet. Die Zuordnung des Uferbereichs zur Kalk-Schwemmuferflur konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht bestätigt werden. (Freundliche Genehmigung: Raumplanung und Umwelt AG).

Die Unterschiede zu Steiner fallen im Teilgebiet 1 (Riffelsee) in der Ansprache der Ufer und Flachmoore sowie in beiden Teilgebieten im Fehlen von Schneetal-Gesellschaften aus. Bezüglich der Ufervegetation bezeichnet Steiner die Situation grossflächig als Kalk-Schwemmuferfluren. Im Rahmen dieser Studie wurden die Ufer in zwei Verbände aufgeteilt. Einerseits das kalkarme Flachmoor (*Caricion fuscae* W.Koch 1926) mit eingestreutem *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe als Charakterart, andererseits das kalkreiche Flachmoor (*Caricion davallianae* Klika 1934) mit *Primula farinosa* L. als Charakterart. Beide Flachmoortypen gelten gemäss Roter-Liste der Lebensräume in ihrer Verbreitung als *Vulnerable* (Delarze et al., 2016). Im Laufe der Untersuchung konnte, trotz mehrfacher Begehung, *Carex bicolor* All. und *Carex maritima* Gunnerus nicht nachgewiesen werden. Diese Charakterarten (*C. bicolor*: dominant, *C. maritima*: selten) der Schwemmufer sollen laut InfoFlora am Riffelsee vorkommen (InfoFlora, 2018). Dies hätte eine kleinräumige Zuordnung zum *Caricion bicolori-atrofuscae* Nordhagen 1937 (Kalk Schwemmuferflur) ermöglicht. Es ist nicht ersichtlich, ob das

Fehlen der Arten in den Aufnahmen und Begehungen dieser Arbeit, einem Betrachter-Bias unterliegt oder dem tatsächlichen nicht (mehr) Vorhandensein der Art entstammen.

Das gänzliche Fehlen von Schneetälchen-Gesellschaften in Steiners Arbeit ist vermutlich wiederum der Verallgemeinerung im Kartiervorgang geschuldet. Von der Abundanz von Schneetälchen im Perimeter, mit *Alchemilla pentaphyllea* L. (Charakterart) sowie *Salix herbacea* L. und *Sibbaldia procumbens* L. (Kennart), kann ausgegangen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Vegetationseinheiten im Projektperimeter sehr kleinräumig auftreten und sich auch meistens mosaikartig ineinander verzahnen. Hier stellt eine solche Kartierung auch eine Abstraktion dar. Die Grösse der Auflösung einer Kartierung in Untereinheiten und Assoziationen steht deshalb bei Projekten solcher Art auch in Beziehung mit der Fragestellung. Der Vorteil dieser kleinräumigen Studie ermöglicht nun präzise Aussagen bezüglich der Vegetation im untersuchten Bereich.

5.7 Nutzungseinfluss vs. Schutzstatus

Wie in den Kapiteln 5.1 und 5.4 beschrieben, finden sich im Untersuchungsgebiet geschützte und gefährdete Flora, sowie geschützte Lebensräume. Die Vielfalt und Seltenheit der Pflanzen in diesem Gebiet, konzentriert auf kleinem Raum, ist von grossem floristischem Wert (Käsermann et al., 2003) und steht im Konflikt mit der starken Frequentierung (Whinam & Chilcott, 2003; Mason et al., 2015). Die Übernutzung der Natur, als touristische Ressource, resultiert dabei oft im Verlust der lokalen Biodiversität und Landschaftsqualität (Holden, 2016). Die Orthophoto-Zeitreihe SWISSIMAGE (swisstopo, 2018) des Riffelsees (Jahr 1982 - 2015) zeigt diese Degradierung der Ufergesellschaften am Ostufer deutlich (Abbildung 20).

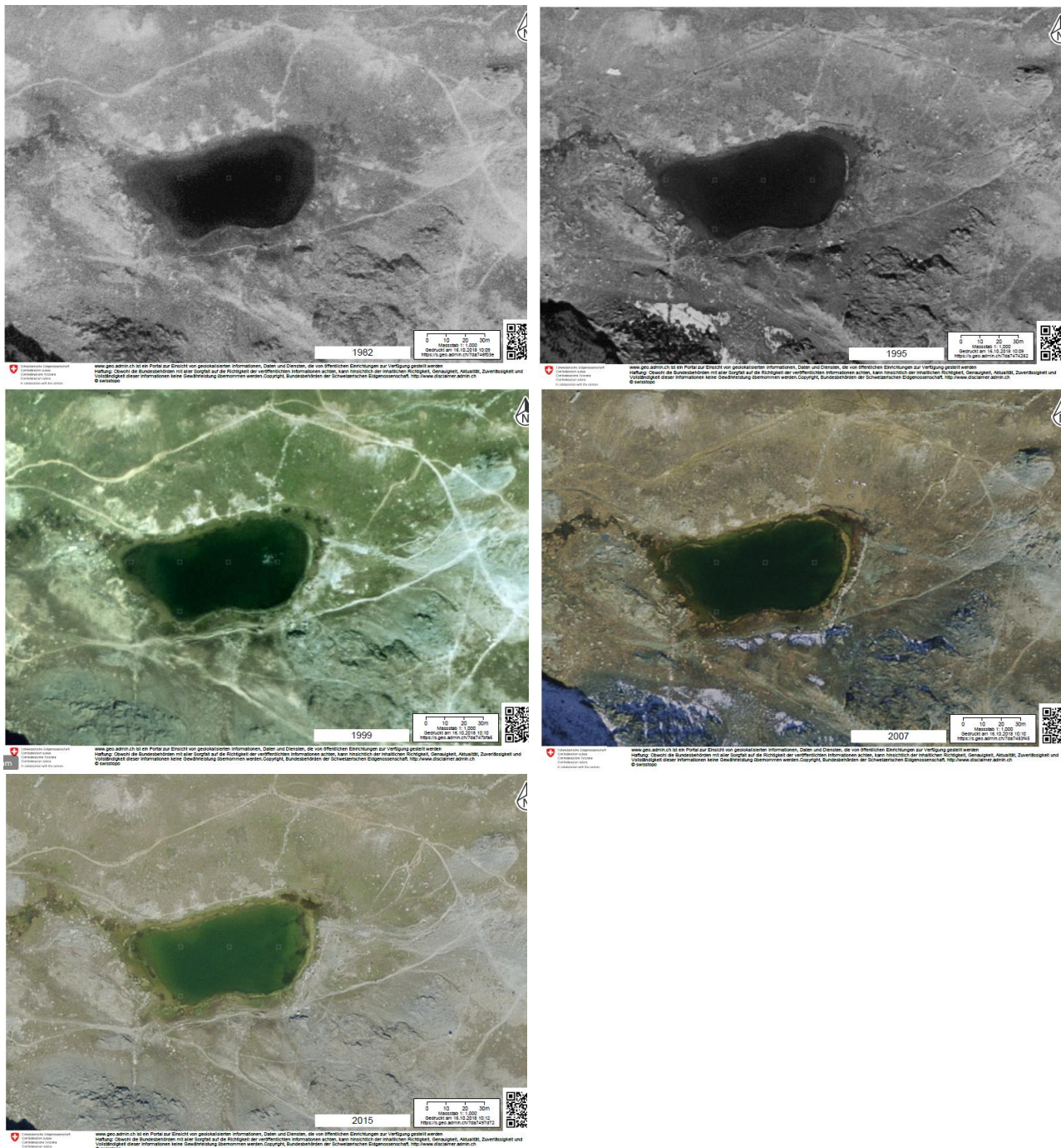


Abbildung 20: Zeitreihe der SWISSIMAGE-Orthophotos des Untersuchungsgebiets Riffelsee (swisstopo, 2018). Die Bilder entsprechen den Jahren 1982, 1995, 1999, 2007 und 2015 von links nach rechts. Trotz der unterschiedlichen Qualität der Bilder ist die Degradierung des Ostufers zu erkennen. Die Ausdehnungsverkleinerung der Ufervegetation würde sich über eine drohnengestützte Auswertung mit Vegetationsindizes (NDVI) quantifizieren lassen.

Durch die Eingliederung in ein BLN-Schutzgebiet und den erhobenen floristischen Werten stellt sich vor dem Hintergrund der Degradierung der Landschaftsqualität die Frage nach angemessenem Schutz. Das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) fordert die Erhaltung des unberührten Charakters der naturnahen und wilden Lebensräume (BAFU, 2017). Ebenso stellt die Natur- und Heimatverordnung klar, dass Biotope unter anderem durch «Gestaltungsmassnahmen, mit denen das Schutzziel erreicht, bestehende Schäden behoben und künftige Schäden vermieden werden können» geschützt werden (Art. 14, Absatz 2c, NHV). Aufgrund der Disposition (Verschlechterung des Vegetationszustandes, Besucherfrequenz) wird vom Autor deshalb ein Besuchermanagement empfohlen, welches den Schutzzielen des Gebietes gerecht wird.

5.8 Empfehlungen für das Gesamtkonzept Gornergrat

Für das «Gesamtkonzept Gornergrat» wird empfohlen die geplanten Wegänderungen im Untersuchungsgebiet dem Kartierungsergebnis der vorliegenden Arbeit anzupassen (Kapitel 4.7). Speziell die Wegführung im Teilgebiet 2 (Wegabschnitt) sollte leicht verschoben werden. Hier führt der geplante Mountainbike-Trail durch ein *Salicion herbaceae* Br.-Bl. et al. 1947 (Scheuch, geschützt nach NHV), und der geplante neu zu homologierende Wanderweg führt zu nahe daran vorbei (Abbildung 21). Die starke touristische Anziehungskraft des östlichen Seeufers (fotografisches Bedürfnis) wurde mit dem geplanten Bau einer Aussichtsplattform in das Projekt miteinbezogen. Mit den Erkenntnissen dieser Arbeit ist dieser Bau zu empfehlen. Einer landschaftsbildschonenden Aussichtsplattform am Seeufer, kombiniert mit attraktiven Besucherinformationen, könnte den Nutzungsdruck auf die Ufervegetation stark reduzieren. Ebenso empfohlen, sind die vom Projekt geplanten Wegänderungen um den Riffelsee, da sie der sensiblen Biozönose (Moore) um den Riffelsee Rechnung tragen.

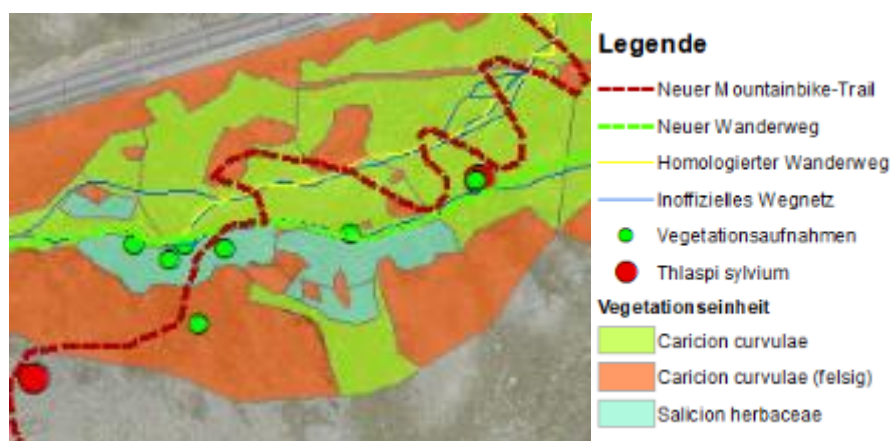


Abbildung 21: Detailansicht des geschützten Lebensraums (*Salicion herbaceae*) nach NHV im Projektperimeter des «Gesamtkonzept Gornergrat» als blaue Fläche. Der geplante Mountainbike-Trail (rote Linie) führt durch das *Salicion herbaceae* hindurch und der geplante Wanderweg (grüne Linie) nahe daran vorbei. Die Wegführung sollte diesen Bereich grosszügig umgehen.

Um den Nutzungsdruck auf die Flora und Vegetation des Gebietes zu mindern, werden Lenkungs-massnahmen erforderlich, welche den Besucherstrom auf den Wegen hält und den Lebensräumen um den Riffelsee eine Regenerationschance gibt. Dabei sollen sensible Gebiete mit Leitstrukturen umgangen werden. Durch die starke Degradation des östlichen Riffelseeufer wird zusätzlich zur Fernhaltung der Besucher auch eine projektbegleitende Renaturierung des Ufers empfohlen. Hierbei ist vordergründig die Aufräuhung der trittgestörtesten Flächen im Uferbereich nötig, um pflanzliches Wachstum wieder zu ermöglichen. Mit der Bewahrung vor Tritt in Kombination mit einer wiederbesiedelbaren Fläche könnte das Riffelseeufer seinen ursprünglichen Charakter zurückerlangen.

Im gesamten Projektperimeter wird zudem empfohlen die informellen Wege zurückzubauen um das «Abseits der offiziellen Wege gehen» und weitere Erosion zu vermeiden.

6 Literatur

- BAFU, Bundesamt für Umwelt. (2011). Liste der national prioritären Arten - Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung. Zugriff am 20.09.2018. Verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/liste-national-prioritaeren-arten.html>
- BAFU, Bundesamt für Umwelt. (2017). BLN Nr. 1707 Dent Blanche, Matterhorn, Monte Rosa. Zugriff am 27.7.2018. Verfügbar unter: <https://data.geo.admin.ch/ch.bafu.bundesinventare-bln/objectsheets/2017revision/nr1707.pdf>
- Barros, A. & Marina Pickering, C. (2017). *How Networks of Informal Trails Cause Landscape Level Damage to Vegetation*. Environmental Management, 60 (1), 57–68.
<https://doi.org/10.1007/s00267-017-0865-9>
- Berg, C. & Magnes, M. (2015). *Kurzanleitung für TURBOVEG 2.0 und JUICE 7.0 im Rahmen der Lehrveranstaltung „Auswertung und Analyse vegetationskundlicher Daten“*. Zugriff am 20.09.2018. Verfügbar unter: <http://www.sci.muni.cz/botany/juice/?idm=9>
- BikePlan AG. (2016, Oktober). *Wege des Freizeitverkehrs am Gornergrat - Koordination Gesamtkonzept - Offerte*.
- Bilz, M., IUCN Regional Office for Europe & IUCN Species Survival Commission (Hrsg.). (2011). *European red list of vascular plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Bornand, C., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Möhl, A., Rometsch, S. (2016). *Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz*. Bern und Genf: Bundesamt für Umwelt BAFU und InfoFlora.
- Braun-Blanquet, J. (1920). *Observations sur la végétation et sur la flore des environs de Zermatt (1919-1920)*. Bulletin de la Murithienne. Société Valaisanne de Sciences Naturelles. Sion., 41, 18–55.
- Braun-Blanquet, J., Pallman, H. & Bach, R. (1954). *Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten (Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks)*. (Band 4). Liestal: Lüdin AG.
- Bruehlheide, H. (2000). *A new measure of fidelity and its application to defining species groups*. Journal of Vegetation Science, 11 (2), 167–178. <https://doi.org/10.2307/3236796>
- BVZ Holding AG. (2017). *BVZ Holding Geschäftsbericht 2017*. Abgerufen am 20.09.2018 unter: <https://www.bvzholding.ch/de/investoren/berichterstattung/geschaeftsberichte>
- Chytrý, M. (2007). *Project Vegetation of the Czech Republic: Preface and summary of methods. Vegetation of the Czech Republic – 1. Grassland and heathland vegetation* (S. 35–52). Prag. Academia.

- Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J. & Botta-Dukát, Z. (2002). *Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures*. Journal of vegetation science, 13 (1), 79–90.
- Corrodi, D. (2011). *Einfluss der touristischen Nutzung auf die Pioniervegetation am Grünsee im Gletschervorfeld des Grossen Aletschgletschers - Analyse des Trittfaktors und Vorschläge für die Besucherlenkung*. unveröffentlichte Masterarbeit. Geographisches Institut der Universität Zürich.
- Delarze, R., Eggenberg, S., Steiger, P., Bergamini, A., Fivaz, F., Gonseth, Y. (2016). *Rote Liste der Lebensräume der Schweiz*. Aktualisierte Kurzfassung zum technischen Bericht 2013 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Bern.
- Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S. & Vust, M. (2015). *Lebensräume der Schweiz Ökologie - Gefährdung - Kennarten* (3., vollständig überarbeitete Auflage.). Bern: Ott Verlag.
- Dengler, J. (2003). *Entwicklung und Bewertung neuer Ansätze in der Pflanzensoziologie unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationsklassifikation* (Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen) 14: 1-297.
- Dierschke, H. (1994). *Pflanzensoziologie - Grundlagen und Methoden* (1. Auflage). Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Eagles, P. F. J., McCool, S. F. & Haynes, C. D. (2002). *Sustainable tourism in protected areas: guidelines for planning and management* (Best practice protected area guidelines series). Gland: IUCN, the World Conservation Union.
- Eggenberg, S., Bornand, C., Juillerat, P., Jutzi, M., Möhl, A., Nyffeler, R. et al. (2018). *Flora Helvetica - Exkursionsführer* (1. Auflage). Bern: Haupt Verlag.
- Eggenberg, S. & Möhl, A. (2013). *Flora Vegetativa* (3. Auflage). Bern: Haupt Verlag.
- Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2010). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen* (6. Auflage). Stuttgart: UTB.
- Glavac, V. (1996). *Vegetationsökologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden*. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Gnägi, C. & Labhart, T. P. (2015). *Geologie der Schweiz* (9. Auflage). Bern: Ott Verlag AG.
- Grabherr, G. & Mucina, L. (Hrsg.). (1993). *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 2 Natürliche waldfreie Vegetation* (1. Auflage). Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Hill, M. O. (1979). *Twinspan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. Cornell University: New York: Section of Ecology and Systematics.
- Holden, A. (2016). *Environment and Tourism* (3. Auflage). New York: Routledge.
- IMBA. (2004). *Trail Solutions IMBA's Guide to Building Sweet Singletrack - International Mountain Bicycling Association*. Boulder, Colorado: Publication Printers Corp.
- InfoFlora. (2017). *Checklist 2017 & Synonymie-Index*. Zugriff am 09.09.2018. Verfügbar unter: <https://www.infoflora.ch/de/flora/taxonomie/checklist.html>
- Käsermann, C., Meyer, F. & Steiner, A. (2003). *Die Pflanzenwelt von Zermatt*. Visp: Rotten Verlag.

- Klötzli, F. (2001). *Zur Biotopkartierung der Bergregionen - Eine vegetationskundliche Betrachtung*. Sauteria - Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik, (11), 9–25.
- Landolt, E. (2010). *Flora indicativa - Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen* (2. Auflage). Bern: Haupt Verlag.
- Lauber, K., Wagner, G. & Gygax, A. (2018). *Flora Helvetica* (6. Auflage). Bern: Haupt Verlag.
- Leyer, I. & Wesche, K. (2008). *Multivariate Statistik in der Ökologie - Eine Einführung*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Mason, S., Newsome, D., Moore, S. & Admiraal, R. (2015). *Recreational trampling negatively impacts vegetation structure of an Australian biodiversity hotspot*. Biodiversity and Conservation, 24 (11), 2685–2707. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0957-x>
- Meteo Schweiz. (2018). *Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie - Messwerte*. Zugriff am 25.8.2018. Verfügbar unter: <https://shop.meteoswiss.ch/productView.html?type=psc&id=17>
- Pickering, C. M. & Hill, W. (2007). *Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia*. Journal of Environmental Management, 85 (4), 791–800. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.11.021>
- Pignatti, E. & Pignatti, S. (2014). *Plant Life of the Dolomites - Vegetation Structure and Ecology* (1. Auflage). Heidelberg: Springer Verlag.
- Quinn, G. P. & Keough, M. J. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists* (2. Auflage). Cambridge: Cambridge University Press.
- Reisigl, H. & Keller, R. (1994). *Alpenpflanzen im Lebensraum - Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation* (2. Auflage.). Stuttgart; Jena; New York: Gustav Fischer Verlag.
- Roleček, J., Tichý, L., Zelený, D. & Chytrý, M. (2009). *Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity*. Journal of Vegetation Science, 20 (4), 596–602.
- Rupf, R. (2015). *Planungsinstrumente für Wandern und Mountainbiking in Berggebieten - unter besonderer Berücksichtigung der Biosfera Val Müstair* (Nationalpark-Forschung in der Schweiz). Bern: Haupt Verlag.
- Sauerbier, H. & Langer, W. (2017). *Endemische Alpenpflanzen* (1. Auflage). Weikersheim: Margraf Publishers.
- Schubert, R., Hilbig, W. & Klotz, S. (2010). *Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands* (2. Auflage). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Steiner, A. (2002). *Die Vegetation der Gemeinde Zermatt*. Zürich: Hochschulverlag AG ETH Zürich.
- swisstopo. (2018). *Bundesamt für Landestopographie. GeoCover Vektordaten*. Zugriff am 27.7.2018. Verfügbar unter: <https://map.geo.admin.ch>
- Tichý, L. & Chytrý, M. (2006). *Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size*. Journal of Vegetation Science, 17 (6), 809–818.

- Tichý, L., Chytrý, M. & Zelený, D. (2018). *JUICE Version 7.0.102*. Zugriff am 9.9.2018. Verfügbar unter: <http://www.sci.muni.cz/botany/juice/>
- Schweizer Recht. (1991). *Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (Stand am 1. Juni 2017)*. SR451.1.
- Weber, H. E., Moravec, J. & Theurillat, J. P. (2001). *Internationaler Code der Pflanzensoziologischen Nomenklatur (ICPN)*. (D. Hartmut, Hrsg.) (3. Auflage). Göttingen: Selbstverlag der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft.
- Whinam, J. & Chilcott, N. M. (2003). *Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania*. Journal of Environmental Management, 67 (4), 339–351. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(02\)00218-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(02)00218-9)
- Wimpey, J. F. & Marion, J. L. (2010). *The influence of use, environmental and managerial factors on the width of recreational trails*. Journal of Environmental Management, 91 (10), 2028–2037. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.017>
- WSL, Institut für Wald, Schnee und Landschaft. (2017). *VegeDaz (Version 2017)*. Zugriff am 9.9.2018. Verfügbar unter: <https://www.wsl.ch/de/services-und-produkte/software-websites-und-apps/vegedaz-version-2017.html>

7 Verzeichnisse

Abbildungen:

- Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebiets und Perimeters des «Gesamtprojekts Gornergrat» in Zermatt in der Schweiz. Der Projektperimeter ist grün schraffiert und befindet sich zwischen 2600 und 3100 m ü. M. Die Station Rotenboden (CH1903+ / LV95: 2625328 / 1092580) bildet den Mittelpunkt des Perimeters und ist dem Teilperimeter Riffelsee am nächsten gelegen..... 8
- Abbildung 2: Klimadiagramm der Messstation Gornergrat. Die hohen Temperaturschwankungen, die starke Sonneneinstrahlung und der eher geringe Niederschlag prägen die Region deutlich. Hinzu kommt die Höhenlage, welche zu jeder Jahreszeit für Schnee und Frost sorgen kann. Daten: Meteo Schweiz 2018. (Erstellt mit R-Package: climatol). 9
- Abbildung 3: Aufgeschlossener Boden im Bereich des Projektperimeters. Die Höhe des Untersuchungsgebietes verlangsamt die Bodenbildung und es prägen sich geringmächtige Braunerden aus. Durch Neigung, Wasserfluss und Kammeisbildung in den obersten Bodenschichten (Kyturbation) sind die Böden je nach Lage einer ständigen Lockerung und Durchmischung ausgesetzt. Gut sichtbar ist sandige Struktur des Gefüges. Foto: Pachlatko 2018. 10
- Abbildung 4: Links: Im steilen Gelände entstehen in übernutzten Wegen tiefe Wasserrillen und erodieren den Boden. Rechts: Trittbelastungen im Bereich des Riffelsees halten die Fläche vegetationsfrei. Erodierete Feinsedimente verstärken den Effekt. Foto: Pachlatko, 2018..... 10
- Abbildung 5: Teilperimeter in Blau (Riffelsee) und Grün (Wegabschnitt) des Untersuchungsgebietes für Vegetationsaufnahmen und anschliessender Kartierung in der Nähe der Station Rotenboden der Gornergrat-Bahn. Die homologierten Wanderwege sind gelb eingezeichnet. 11
- Abbildung 6: Rechts: Exemplar von *Thlaspi sylvium* Gaudin (Matterhorn-Täschelkraut) in fruchtendem Zustand. Links: Blühendes Exemplar von *Nigritella rhellicani* Teppner & E.Klein (Schwarzes Männertreu). Fotos: Riffelsee, Pachlatko 2018. 14
- Abbildung 7: Ordination von 32 Vegetationsaufnahmen mit insgesamt 109 Arten. Die dazugehörigen Umweltparametern und ihre Verteilung im Raum sind als Pfeile dargestellt (numerische Variablen). Die Vegetationseinheiten sind ihrer Unähnlichkeit nach im Raum verteilt (nominale Variablen, Quadrate). Die 15 häufigsten Arten sind ebenfalls nach Unähnlichkeit verteilt (Dreiecke). Achse 1 (horizontal) erklärt 15.9 % der Verteilung, die Achse 2 (vertikal) 6.5 %. Eigenwerte der ersten/zweiten Achse: 0.79 und 0.32; Gradientlänge: 7.2 und 3.5 SD. Erläuterung der Abkürzungen: GewReakt: Gewichtete Reaktionszahl, GewNaehr: gew. Nährstoffzahl, GewFeuch: gew. Feuchtezahl, MedianBd: Median der Bodentiefe, Coverabi: abiotischer Deckungsanteil, Expositi: Exposition, Moor ba + sa: Moor basisch + sauer, CarSem: *Carex sempervirens*, TriCes: *Trichophorum cespitosum*, PotnAur: *Potentilla aurea*, GeumMon: *Geum montanum*, NardStr: *Nardus strictus*, EriAng: *Eriophorum angustifolium*, AlchPen: *Alchemilla pentaphyllea*, FesHal: *Festuca halleri*, SibbPrc: *Sibbalida procumbens*, JunJac: *Juncus jacquinii*, SalxHer: *Salix herbaceae*, MinRec: *Minuartia recurva*, SilExs: *Silene exscapa*, CarCur: *Carex curvula*, CarNig: *Carex nigra*. 15
- Abbildung 8: Dendrogramm aus JUICE mit 6 Clustern (maximal Sorensen dissimilarity: 0.576) Cluster 4 und 5 wurden zu einem Cluster zurückgefasst. Die in der Arbeit verwendeten informellen Namen wurden wie folgt vergeben: 1 - Moor sa, 2 – Schneetal, 3 – Moor ba, 4 und 5 – Fels, 6 – Wiese..... 16
- Abbildung 9: Beispiel einer Zuweisung der Vegetationseinheit Schneetal zum Verband *Salicion herbaceae*. Br.-Bl.1926. Typisch teppichartige Ausbreitung der zwergwüchsigen *Salix herbaceae*. Foto:Pachlatko 2018. 19
- Abbildung 10: Ufergesellschaft mit *Eriophorum angustifolium* am Riffelsee. Die als Moor sa codierte Vegetationseinheit steht als Beispiel für die Zuweisung zur Syntaxa *Caricion fuscae* W.Koch 1926. Foto: Pachlatko 2018. 19
- Abbildung 11: Beispiel einer als Moor ba codierten Fläche im Abfluss des Riffelsees. Die Zuweisung zum Verband *Caricion davallianae* Klika 1934 erfolgte aufgrund der Art *Primula farinosa*. Foto: Pachlatko 2018. 19

Abbildung 12: Typische Ausprägung der alpinen Rasen im Untersuchungsgebiet um den Riffelsee. Felsige Strukturen wechseln sich mit dichten, eher artarmen Rasenflächen ab. Die beiden als Fels und Wiese codierten Vegetationseinheiten, welche von <i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i> dominiert werden, gehören dem Verband <i>Caricion curvulae</i> Br.-Bl. 1925 an. Foto: Pachlatko 2018.	19
Abbildung 13: Resultate der einfaktoriellen ANOVA für die Mittelwerte der gewichteten Zeigerzahlen (Landolt, 2010) aufgeteilt nach Cluster der TWINSPAN-Berechnung. Der p-Wert der ANOVA ist bezeichnet; Faktoren, welche sich einen Buchstaben teilen unterscheiden sich nicht signifikant. Die Werte der gewichteten Nährstoffe sind logarithmiert. (Moor ba: basisch, Moor sa: sauer).	20
Abbildung 14: Resultate der einfaktoriellen ANOVA für die zusätzlich erhobenen Umweltparameter aufgeteilt nach Cluster der TWINSPAN-Berechnung. Der p-Wert der ANOVA ist bezeichnet; Faktoren, welche sich einen Buchstaben teilen unterscheiden sich nicht signifikant. Die Werte Median der Bodentiefe sind logarithmiert (Moor ba: basisch, Moor sa: sauer).	21
Abbildung 15: Kartierungsergebnis im Teilgebiet 1 des Vegetationsperimeters (Riffelsee). Geschützte Arten und Arten der Roten Liste sind gekennzeichnet, ebenso die Standorte der Vegetationsaufnahmen (+/- 5m) und der geplanten Aussichtsplattform. Zusätzlich zum homologierten Wegnetz (gelb), sind die geplanten Wege des «Gesamtprojekts Gornergrat» (grün und rot) sowie alle informellen Wege (blau) dargestellt.	22
Abbildung 16: Kartierungsergebnis im Teilgebiet 2 des Vegetationsperimeters (Wegabschnitt). Geschützte Arten und Arten der Roten Liste sind gekennzeichnet, ebenso die Standorte der Vegetationsaufnahmen (+/- 5m) und der geplanten Aussichtsplattform. Zusätzlich zum homologierten Wegnetz (gelb), sind die geplanten Wege des «Gesamtprojekts Gornergrat» (grün und rot) sowie alle informellen Wege (blau) dargestellt.	23
Abbildung 17: Verbreitungsgebiet von <i>Thlaspi sylvium</i> in der Schweiz (2018). Die Art wird in der Nationalen Liste der Prioritäten Arten geführt (hoch) und gilt nach der Roten Liste der Gefässpflanzen 2016, aufgrund des sehr kleinen Verbreitungsgebiets, als Vulnerable. In Grün sind durch InfoFlora validierte, in violett noch nicht validierte Fundmeldungen dargestellt. (InfoFlora, 2018)	24
Abbildung 18: Felsige Ausprägung im Verband <i>Caricion curvulae</i> Br.-Bl.- 1925 mit <i>Erigeron alpinus</i> L., <i>Sempervivum arachnoideum</i> L. und <i>Festuca halleri</i> aggr. Nach Meinung des Autors wären diese trockensten Aspekte des Verbandes vom <i>Festucetum halleri</i> Br.-Bl. et Jenny 1926 abzutrennen und als <i>Sempervivo-Minaretum recurvae</i> einzuordnen. Der Vorschlag muss noch weiter untersucht werden und stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Foto: Pachlatko 2018.	27
Abbildung 19: Auszug der Vegetationskartierung aus der Promotionsarbeit "Die Vegetation der Gemeinde Zermatt" (Steiner, 2002). Im Bereich des Riffelsees wurden keine Vegetationsaufnahmen (rote Punkte) gemacht. Die violetten Punkte stellen Vegetationsansprachen dar. Überlager wurde die Karte mit einem roten Viereck, welches das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit bezeichnet. Die Zuordnung des Uferbereichs zur Kalk-Schwemmuferflur konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht bestätigt werden. (Freundliche Genehmigung: Raumplanung und Umwelt AG).	28
Abbildung 20: Zeitreihe der SWISSIMAGE-Orthophotos des Untersuchungsgebiets Riffelsee (swisstopo, 2018). Die Bilder entsprechen den Jahren 1982, 1995, 1999, 2007 und 2015 von links nach rechts. Trotz der unterschiedlichen Qualität der Bilder ist die Degradierung des Ostufers zu erkennen. Die Ausdehnungsverkleinerung der Ufervegetation würde sich über eine drohnengestützte Auswertung mit Vegetationsindizes (NDVI) quantifizieren lassen.	30
Abbildung 21: Detailansicht des geschützten Lebensraums (<i>Salicion herbaceae</i>) nach NHV im Projektperimeter des «Gesamtkonzept Gornergrat» als blaue Fläche. Der geplante Mountainbike-Trail (rote Linie) führt durch das <i>Salicion herbaceae</i> hindurch und der geplante Wanderweg (grüne Linie) nahe daran vorbei. Die Wegführung sollte diesen Bereich grosszügig umgehen.	31

Tabellen:

Tabelle 1: Zusätzlich in den Vegetationsaufnahmen erhobene Umweltparameter mit dazugehöriger Einheit und Erklärung.....	12
Tabelle 2: Liste der Koordinaten (CH1903+ / LV95), der im Projektperimeter kartierten Arten der Roten Liste: <i>Thlaspi sylvium</i> Gaudin (Vulnerable), sowie der geschützten Orchideenart <i>Nigritella rhellicani</i> Teppner & E.Klein.....	14
Tabelle 3: Zuordnung der informellen Namen zum Cluster der TWINSPAN-Berechnung sowie die treuesten hochdiagnostische Arten (Φ -Wert ≥ 0.5) für die klassifizierten Vegetationseinheiten.....	16
Tabelle 4: Gekürzte Stetigkeitstabelle basierend auf der vollständigen Vegetationstabelle im Anhang B. Die Arten sind einerseits nach TWINSPAN-Cluster mit informellen Namen geordnet (Spalten), andererseits nach fallenden prozentualen Φ -Werten innerhalb der Cluster (Zeilen). Die hochgestellten Symbole stellen die Φ -Werte dar (** $\Phi \geq 0.50$, * $\Phi \geq 0.25$, ° $\Phi > 0.00$). Die Φ -Werte sind nicht signifikanzgeprüft. Hochstete Arten sind blau ($\geq 75\%$ Stetigkeit), stete Arten ($\geq 25\%$) sind grün hervorgehoben. Die Kästchen stellen die Artgarnitur einer Vegetationseinheit zusammen; die prozentualen Werte sind in der Vegetationstabelle im Anhang ersichtlich. Begleitarten sind nicht aufgeführt.....	17
Tabelle 5: Rote Liste Arten der InfoFlora-Datenbank für das Untersuchungsgebiet Gornergrat (Projektperimeter). Die Fundmeldungen wurden von verschiedensten Personen erbracht, darunter fanden auch explizite Rote-Liste Begehungen statt. Die Gefährdungskriterien (inkl. Unterkategorien) stehen für A: Abnahme der Populationsgrössen und C: allgemeine Populationsgrösse.....	25
Tabelle 6: Vorschlag zur Syntaxa bis auf Assoziationsstufe zu den Vegetationsaufnahmen am Gornergrat. Die Assoziationen <i>Salicetum herbaceae</i> , <i>Eriophoretum scheuchzeri</i> , <i>Eleocharitetum pauciflorae</i> und <i>Festucetum halleri</i> sind in der Literatur beschrieben (Grabherr & Mucina, 1993; Schubert et al., 2010; Pignatti & Pignatti, 2014). Die Einteilung der Einheit Fels zum <i>Sempervivum-Minuartetum recurvae</i> (Vorschlag des Autors) bedarf weiteren Untersuchungen.	27

Anhangsverzeichnis:

Anhang A: Feldprotokolle

Anhang B: Vegetationstabelle

Anhang C: Kartierungsschlüssel

Anhang D: R-Skripte

Anhang E: Aufgabenstellung und Zeitplan der Bachelorarbeit

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 3.7.18

Ort:	Riffelsee - Wiese - 2	Autor:	ip / j.d.
Koordinaten:	E 625043 N 92545 (!8m)	FlächenNr.:	3
Flächengröße:	10 m²	Ausrichtung:	190°
		Höhe ü.M.:	2600

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 16° V V V Max. Mikrorelief: 16cm Bodenbede: 2 / 7 / 23 / 11 / 15cm	See rechts mittig Gesamt Veg: 85% Kraut: 70% Moos: 10% Flechten: 15% Stein: 1% Kies: 2% Fäule: 9%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Salix scirpifolia</i>	20%
<i>Loiseleuria procumbens</i>	15
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	10
<i>Helictotrichon verticillatum</i>	4
5 <i>Antennaria dioica</i>	2
<i>Leontodon helveticus</i>	0.2
<i>Hieracium piliferum</i> s. str.	0.2
<i>Homogyne alpina</i>	0.01
<i>Veronica corymbosa</i>	0.2
10 <i>Juncus inopimus</i>	0.05
<i>Gentiana brachyphylla</i>	0.01
<i>Sempervivum montanum</i>	0.1
<i>Leucanthemopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0.01
<i>Gedum nobile</i>	0.01
15 <i>Trifolium alpinum</i>	0.5
<i>Ranunculus kuepferi</i>	0.1
<i>Nardus stricta</i>	0.3
<i>Ligusticum mullinoides</i>	0.01
<i>Potentilla aurea</i>	1.5
20 <i>Carex sempervirens</i>	15
<i>Gentiana clusii</i>	1
	0.5

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 3.7.18

Ort:	Riffelsee - Moor - 1	Autor:	ip / j.d.
Koordinaten:	E 624831 / N 92500	FlächenNr.:	4
Flächengröße:	10 m	Ausrichtung:	155°
		Höhe ü.M.:	2600

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 7° V V V Max. Mikrorelief: 8cm Bodenbede: 13 / 17 / 84 / 22 / 35cm	See unterhalb neben Fluss Gesamt Veg: 92% Kraut: 55% Moos: 45% Flechten: 82% Stein: 40% Kies: 0.5% Fäule: 8%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Carex sempervirens</i>	15%
<i>Nardus stricta</i>	12%
<i>Trichopogon capillatus</i>	6%
<i>Polygonum viviparum</i>	7
5 <i>Potentilla fruticosa</i>	5
<i>Juncus juncus</i>	3
<i>Gentiana montana</i>	2
<i>Homogyne alpina</i>	3
<i>Potentilla aurea</i>	2
10 <i>Leontodon helveticus</i>	2
<i>Alchemilla pentaphylla</i>	1
<i>Salix herbacea</i>	0.5
<i>Sibbaldia alpina</i>	0.5
<i>Helictotrichon verticillatum</i>	0.3
15 <i>Carex corymbosa</i>	0.5
<i>Carex c. pubescens</i>	0.3
<i>Gentiana brachyphylla</i>	0.1
<i>Ligusticum mullinoides</i>	0.1
<i>Carex nigra</i>	0.1
20 <i>Ranunculus platyphylus</i>	0.05
<i>Gentiana supina</i>	0.01
<i>Campanula schneidezii</i>	0.01

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 3.7.18

Ort:	Riffelsee - Kies - 1	Autor:	ip / j.d.
Koordinaten:	E 624935 N 92509	FlächenNr.:	5
Flächengröße:	10 m²	Ausrichtung:	200°
		Höhe ü.M.:	2600

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 11° V V V Max. Mikrorelief: 5cm Bodenbede: 26 / 0 / 45 / 21 / 29cm	See unterhalb, feldig-kiesig Gesamt Veg: 25% Kraut: 20% Moos: 5% Flechten: 2% Stein: 5% Kies: 15% Fäule: 25%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Festuca halleri</i> s. str.	15%
<i>Mimulus lewisii</i>	1.5%
<i>Salix herbacea</i>	0.5
<i>Ligusticum mullinoides</i>	0.5
5 <i>Thymus praecox</i> subsp. <i>politicus</i>	0.5
<i>Mimulus lewisii</i>	0.5
<i>Silene exsca</i>	0.4
<i>Sibbaldia procumbens</i>	0.2
<i>Thlaspi arvense</i>	0.1
10 <i>Campanula schneidezii</i>	0.1
<i>Senecio jacobae</i> s. str.	0.1
<i>Poa alpina</i>	0.1
<i>Polygonum viviparum</i>	0.1
<i>Draba aizoides</i>	0.01
15 <i>Sempervivum montanum</i>	0.01
<i>Sempervivum arachnoides</i>	0.01
<i>Potentilla aurea</i>	0.01
<i>Leontodon helveticus</i>	0.01
20 <i>Hieracium piliferum</i>	0.05

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 3.7.18

Ort:	Riffelsee - Wiese - 3	Autor:	ip
Koordinaten:	E 625033 N 92537 (!5m)	FlächenNr.:	6
Flächengröße:	10 m²	Ausrichtung:	155°
		Höhe ü.M.:	2630

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 13° V V V Max. Mikrorelief: 8cm Bodenbede: 16 / 18 / 15 / 14 / 7cm	See Anfang rechts, bewaldet Gesamt Veg: 90% Kraut: 53% Moos: 5% Flechten: 2% Stein: 4% Kies: 3% Fäule: 5%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	30%
<i>Salix scirpifolia</i>	20%
<i>Potentilla crantzii</i>	8%
<i>Gentiana montana</i>	7%
5 <i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	3%
<i>Polygonum viviparum</i>	5%
<i>Antennaria dioica</i>	5%
<i>Festuca rubra</i>	5%
<i>Carex corymbosa</i>	1%
10 <i>Silene exsca</i>	2%
<i>Nardus stricta</i>	5%
<i>Sibbaldia procumbens</i>	5%
<i>Lobelia alpina</i>	1%
<i>Potentilla aurea</i>	5%
15 <i>Juncus juncus</i>	5%
<i>Leontodon helveticus</i>	0.1%
<i>Hypochaeris glabra</i>	1%
<i>Mimulus lewisii</i>	0.5%
<i>Alchemilla c. helvetica</i>	1%
20 <i>Veronica alpina</i>	0.1%
<i>Leucanthemopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0.1%
<i>Gentiana brachyphylla</i>	0.3%

[illegible][illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 9.7.18

Ort:	Riffelsee - Wiese - 4			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 62507g N 92546 (±5m)			FlächenNr.:	7
Flächengröße:	10m²	Ausrichtung:	473°	Höhe ü.M:	2640

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 42°	See rechts, Franken, Kuppenlager
Max. Nitroerdf: 8cm	Gesamt Neg: 62/
Bodenbedf:	Kraut : 58/
6 10 24 8cm	Moss : 0/
	Flachmo : 4/
	Steine: 6/
	Kies: 2/
	Förns: 25/

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	• 25/
<i>Nardus stricta</i>	15/
<i>Juncus jacquini</i>	• 8/
<i>Gesum montanum</i>	5/
5 <i>Hedychelidion versicolor</i>	5/
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	2/
<i>Minuartia recurva</i>	• 1/
<i>Scirpus viridula</i> subsp. <i>viridula</i>	2/
<i>Gentiana brachyphylla</i>	• 0.1/
43 <i>Hieracium pilosella</i>	0.5/
<i>Cardamine resedifolia</i>	0.1/
<i>Salix serotina</i>	• 0.2/
<i>Senecio jacobaea</i> subsp. <i>jacobaea</i>	• 0.1/
<i>Myosotis alpestris</i>	0.1/
15 <i>Leontodon helictus</i>	• 0.1/
<i>Hippocrepis comosa</i>	0.5/
<i>Poa alpina</i>	0.1/
<i>Scirpus viridula</i> subsp. <i>viridula</i>	0.1/
<i>Potentilla anem.</i>	• 1/
10 <i>Ligusticum mullinianae</i>	0.01/
<i>Anemone</i>	0.1/
<i>Ranunculus kurekii</i>	• 0.5/

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 9.7.18

Ort:	Riffelsee - Wiese - 5			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625114	N 92539	($\pm 6m$)	FlächenNr.:	8
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	204°	Höhe ü.M.:	2636

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:	
Hangneigung: 20°	See Anfang rechts, steil, steinig (felsig)	
Nur Mikrostad: 32cm	Gesamt Hg: 85/	Stein: 1/
Bodenbede	Kraut : 80/	Steine: 100%
6 4 g 13 8cm	Moss : 1/	Kra : 1/
	Flächen : 4/	Tanne: 3/

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	25/
<i>Carex montanum</i>	5/
<i>Hippocrepis comosa</i>	3/
<i>Potentilla crantzii</i>	1/
5 <i>Erigeron alpinus</i>	2/
<i>Senecio doronicum</i>	0.1/
<i>Loranthaceum alpinum</i> agg.	0.5/
cf. <i>Leontodon crispus</i>	0.1/
<i>Phleum alpinum</i>	0.3/
10 <i>Poa alpina</i>	0.3/
<i>Draba aizoides</i>	0.1/
<i>Thesium alpinum</i>	0.1/
<i>Polygala alpina</i>	0.3/
<i>Androsace vitaliana</i>	1.5/
15 <i>Erigeron uniflorus</i>	0.1/
<i>Potentilla aurea</i>	0.5/
<i>Thlaspi sylvium</i> (VU)	0.5/
<i>Luzula lutea</i>	0.1/
<i>Antennaria dioica</i>	1/
20 <i>Junas jacquini</i>	0.1/
<i>Haridus strobila</i>	0.5/
<i>Leucanthopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0.3/

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 97.18

Ort:	Riffelsee-Wasser-1			Autor:	JP
Koordinaten:	E 625108 N 92502 (± 5m)			FlächenNr.:	9
Flächengröße:	10m²	Ausrichtung:	—	Höhe ü.M.:	2630

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Wasserteile:	See Anfang rechts Gewässer
7 17 18 9 16m	Gesamt Hg: 50/ Altsee + Kräut. 50/

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Kreuzung - Schneetälchen - 1			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625506	N 92536	(5m)	FlächenNr.:	10
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	285°	Höhe ü.M.:	-2846

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangsteiligkeit: 40°	Kreuzung, Weg von unten links, bergan
Max Mikro-Relief: 2cm	Gesamt-Veg: 60%
Bodentiefe:	Kraut: 53%
(2 > 20 (3-17 > 20cm)	Moos: 1/ Flechten: 0%
	Stein: 0% Kies: 4% Tennale: 30%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Kreuzung - Schneeföhren 2	Autor:	J.P.
Koordinaten:	E625494 N 92637 (±5m)	FlächenNr.:	11
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	287°
		Höhe ü.M.:	2345

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 2%	Weg, von Oberen links, MTD: Spuren → verfahren sonstig, alle Weg?
Mine Müllschutt, klein	Gesamt Weg: 40/
Carbonatstein.	Kraut : 40/
15 > 20 40 44 > 20cm	Steine : 0,5/
	Moss : 0/
	Flachheit : 0/
	Kies : 1/
	Erde : 58,5/

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Kreuzung-Schneefälchen-3			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625489	N 92532	(±5m)	FlächenNr.:	12
Flächengrösse:	10m²	Ausrichtung:	305°	Höhe ü.M.:	2845

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangsteigung: 8°	Hkg von Oben links, unbefahren
Max. Mikrelief: 3cm	Gesamt Veg: 95%
Bodentiefe:	Kraut: 94.8%
5 x >20cm	Moos: 0.1%
	Flechten: 0.1%
	Streu: 1%
	Steine: 4%
	Kies: 0%
	Fenestel: 5%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Alchemilla pentaphylla</i>	60%
<i>Sibbaldia procumbens</i>	7%
<i>Juncus jacequii</i>	5%
<i>Salix herbacea</i>	57%
5 <i>Nardus stricta</i>	4%
<i>Tofieldia halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	1%
<i>Taraxacum alpinum</i> agg.	13%
<i>Silene acaulis</i>	0,2%
<i>Poa alpina</i>	0,5%
10 <i>Sedum alpestre</i>	0,2%
<i>Carex foetida</i>	0,5%
<i>Mnium recurva</i>	0,5%
<i>Gnaphalium supinum</i>	0,3%
<i>Linula spicata</i>	0,2%
15 <i>Cerastium cerastoides</i>	0,2%
<i>Leucanthemopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0,3%
<i>Pedicularis nemoralis</i>	0,04%
<i>Hieracium pilosella</i>	0,04%
<i>Lolium alpinum</i>	0,1%
20 <i>Leontodon helveticus</i>	0,1%
<i>Gentiana brachyphylla</i>	0,1%
<i>Veronica alpina</i>	0,1%

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Kreuzung - Schneelächen - 4			Autor:	i.P.
Koordinaten:	E 625479 N 92539 (±5m)			FlächenNr.:	13
Flächengröße:	10m²	Ausrichtung:	285°	Höhe ü.M:	2842

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:	
Hangneigung: 2°	Weg. von Oben links, umbefahren	
Max. Mikro Relief: 3cm	Gesamt Veg: 97%	Streu: 0%
Boden tiefe :	Kraut : 92%	Steine: 0%
5 x >20cm	Moss : 4%	Kies: 1%
	Flächen : 3/	Ferneise: 2/

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Salix herbacea</i>	35/
<i>Alchemilla pentaphylla</i>	35/
<i>Sibbaldia piceumbens</i>	45/
<i>Juncus jacquinii</i>	100/
<i>Luzula alpinopilosa</i>	1/
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	1/
<i>Nardus stricta</i>	1/
<i>Polygonum viviparum</i>	0/1
<i>Hieracium pilosella</i>	0/1/
<i>Siene exarapa</i>	0/3/
<i>Cardamine vesicifolia</i>	0/1
<i>Vaccaria alpina</i>	0/1
<i>Leontodon helveticus</i>	0/2/
<i>Senecio inaequalis</i> subsp. <i>inaequalis</i>	0/1
<i>Moraria recurva</i>	0/3/
<i>Gnaphalium supinum</i>	0/2/
<i>Luzula spicata</i>	0/1/
<i>Hieracium molleoides</i>	0/1
<i>Leucanthemopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0/1

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Kreuzung-Kies-2			Autor:	ip
Koordinaten:	E 625498 N 92513 (± 5m)			FlächenNr.:	14
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	332°	Höhe ü.M:	2846

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 26°	Weg von oben links, Kleinz. mit Felsen, Moos
Max Mikroklima: 26cm	Gesamt Veg: 25/
Buchenhöhe:	Kraut : 20/
4 3 11 4 16cm	Moos : 1/
	Flechten : 5/
	Streu: 0
	Steine: 30/
	Wies : 25/
	Fennele: 25/

	Artenliste:	Deckungsgrad:
	<i>Salix herbacea</i>	20%
	<i>Silene acaulis</i>	17
	<i>Minuartia recurva</i>	17
	<i>Draba aizoides</i>	05/
5	<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	03/
	<i>Ligusticum multifloroides</i>	02/
	<i>Saxifraga oppositifolia</i>	01/
	<i>Saxifraga androsacea</i>	001/
	<i>Androsace obtusifolia</i>	01/
10	<i>Thlaspi rotundifolium</i> subsp. <i>corymbosum</i>	01/
	<i>Carex lachenalii</i>	01/
	<i>Sedum alpestre</i>	01/
	<i>Taraxacum alpinum</i> ang.	01/
	<i>Senecio inaevis</i> subsp. <i>inaevis</i>	01/
15	<i>Leucanthemopsis alpin</i> subsp. <i>minima</i>	01/
	<i>Poa alpina</i>	03/
	<i>Hieracium pilifolium</i>	01/
	<i>Pedicularis keiskei</i>	01/
20		

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Weg - Schneefächen-5			Autor:	ip
Koordinaten:	E 6255 44 N 92540 (±5m)			FlächenNr.:	15
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	280°	Höhe ü.M:	2849

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 21°	Weg von unten rechts
Max Mikro Relief: 18cm	Gesamt-Veg: 85%
Bodentiefe:	Kraut : 80%
4 > 20 > 20 14 16cm	Moos : 21%
	Flächen : 3/
	Streu: 1%
	Steine: 3/
	Kies: 3/
	Tümpel: 8/

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Salix herbacea</i>	35/
<i>Alchemilla pentaphylla</i>	25/
<i>Sibbaldia procumbens</i>	10/
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>hallesi</i>	5/
3 <i>Gentiana brachyphylla</i>	0,1/
<i>Veronica alpina</i>	0,01/
<i>Silene exscapa</i>	1/
<i>Polygonum viviparum</i>	0,3/
<i>Draba aizoides</i>	0,1/
10 <i>Cardamine alpina</i>	0,01/
<i>Androsace obtusifolia</i>	0,01/
<i>Gnaphalium supinum</i>	0,2/
<i>Luzula spicata</i>	0,1
<i>Carex lachenalii</i>	0,1/
15 <i>Minuartia recurva</i>	0,2/
<i>Nardus stricta</i>	1/
<i>Gemma montanum</i>	1/
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	1/
<i>Senecio incanum</i> subsp. <i>incanum</i>	0,1/
20 <i>Hepaticum mullerianoides</i>	0,3/
<i>Taraxacum schroeterianum</i>	0,1/
<i>Leontodon helveticus</i>	0,3/

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Weg-Wiese - 6			Autor:	JP
Koordinaten:	E 625582 N 92556 ($\pm 5m$)			FlächenNr.:	16
Flächengrösse:	10m ²	Ausrichtung:	224°	Höhe ü.M:	2856

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:	
Hangneigung: 45°	Weg von unten rechts	
Max Mikro Relief: Adam	Gesamt Veg: 55%	Streu: 2%
Substrat:	Kraut : 45%	Steine: 10%
18.14.18 >22cm	Moss: 5%	Kies: 15%
	T Flechten : 5%	Farnede: 20%

	Artenliste:	Deckungsgrad:
	<i>Nardus stricta</i>	25%
	<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	15%
	<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	7%
	<i>Mnarratia sedoides</i>	4%
5	<i>Juncus jacquinii</i>	2%
	<i>Carex foetida</i>	2%
	<i>Mnarratia recurva</i>	2%
	<i>Semipervium arachnoidesum</i>	0.1%
	<i>Ligusticum mullinoides</i>	0.1%
10	<i>Hieracium alpinum</i>	0.5%
	<i>Thlaspi sylvium</i> W.	0.01%
	<i>Poa alpina</i>	1%
	<i>Alchemilla pentaphylla</i>	0.3%
	<i>Gnaphalium supinum</i>	0.1%
15	<i>Gesum montanum</i>	1%
	<i>Polygoum viviparum</i>	0.5%
	<i>Sibbaldia procumbens</i>	1%
	<i>Silene exscapa</i>	0.3%
	<i>Sedum alpestre</i>	0.1%
20	<i>Androsace obtusifolia</i>	0.1%
	<i>Luzula spicata</i>	1%
	<i>Cardamine resedifolia</i>	0.1%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Weg-Wiese-7			Autor:	j.p.
Koordinaten:	E 625641 N 92568 ($\pm 5m$)			FlächenNr.:	17
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	205°	Höhe ü.M:	2870

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 27°	Weg von unten links, steil, Süd
Max Mikro-Relief: 8 cm	Gesamt Veg: 63%
Bodenfoto:	Kraut : 62,8%
1 4 8 12 Jun	Moss : 0,1%
	Flächen : 0,1%
	Stein : 1%
	Streu : 40%
	Kies: 2%
	Farnede: 25%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	15%
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	10%
<i>Silene exscapa</i>	8%
<i>Scempervivum arachnoideum</i> s.l.	8%
5 <i>heum</i> arachnoideum <i>montanum</i>	7%
<i>Oxytropis jacquini</i>	0,1%
<i>Cerastium alpinum</i>	0,1%
<i>Potentilla crantzii</i>	0,2%
<i>Leucanthropsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0,2%
10 <i>Cardamine resutifolia</i>	0,1%
<i>Hieracium alpinum</i>	0,3%
<i>Erigeron uniflorus</i>	0,2%
<i>Ligusticum mullinoides</i>	0,2%
<i>Silene alba</i> <i>procumbens</i>	0,1%
15 <i>Scempervivum montanum</i>	3%
<i>Mimurcia nemica</i>	2%
<i>Mimurcia sedoides</i>	6%
<i>Draba aizoides</i>	0,1%
<i>Gentiana brachyphylla</i>	0,2%
20 <i>Myosotis alpestris</i>	0,1%
<i>Senecio inaequalis</i> subsp. <i>incanus</i>	4%
<i>Achillea nana</i>	0,1%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Weg-Wiese-8			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625723 N 92555 (±5m)			FlächenNr.:	18
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	197°	Höhe ü.M.:	2900

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 44°	Weg von unten links, wenig begangen
Max. Mikro Relief: 6 cm	Gesamt Veg. 95%
Boden tiefe:	Kraut : 90%
12 45 46 44 46 cm	Moss : 2%
	Flechten : 3%
	Streu: 4%
	Steine: 4%
	Kies: 4%
	Feindecke: 3%

Artenliste:		Deckungsgrad:
	<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	30%
	<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	25%
	<i>Nardus stricta</i>	15%
	<i>Potentilla aurea</i>	15%
5	<i>Geum montanum</i>	5%
	<i>Illeceus jaccipini</i>	10%
	<i>Carex foetida</i>	3%
	<i>Hieracium alpinum</i>	2%
	<i>Phleum alpinum</i>	3%
10	<i>Silene exscapa</i>	0.1%
	<i>Silene procumbens</i>	0.1%
	<i>Minuartia recurva</i>	1%
	<i>Cardamine reductifolia</i>	0.1%
	<i>Luzula spicata</i>	0.3%
15	<i>Samolium montanum</i>	1%
	<i>Senecio incanus</i> subsp. <i>incanus</i>	1%
	<i>Loxanthemopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	1%
	<i>Gentiana brachyphylla</i>	0.3%
	<i>Gentiana sp.</i>	0.2%

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 10.7.18

Ort:	Riffelsee - Wasser - 2	Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625116 N 92492 ($\pm 2m$)	FlächenNr.:	19
Flächengröße:	10m	Ausrichtung:	-
		Höhe ü.M.:	2600

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Wassertiefen: 8 12 13 6 14 cm	See Anfang Platz rechts Gesamt Veg: 60% Kraut : 60% Wasser : 40%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffsee-Wasser-3			Autor:	iP.
Koordinaten:	E 625005	N 92484	(1 km)	FlächenNr.:	20
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	-	Höhe ü.M:	2757

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Wassertiefe: 8 7 4 12 6cm	See, Ende Gesamtl Veg: 50/ Kraut : 50/ Wasser : 50/

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Moor_2			Autor:	i.p.
Koordinaten:	E 625001 N 92484 (2.4m)			FlächenNr.:	21
Flächengröße:	10 m ²	Ausrichtung:	280°	Höhe ü.M:	2757

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 1°	See, Ende, leicht begrenzt
Max. Meereshö: 43cm	Gesamt Wg: 75%
Boodenke:	Kraut: 10%
10 7 7 4 6cm	Moos: 5%
	Flechten: 0%
	Streu: 0%
	Steine: 45%
	Kies: 4%
	Fasern: 6%

	Artenliste:	Deckungsgrad:
	<i>Carex nigra</i>	35%
	<i>Eriophorum angustifolium</i>	12%
	<i>Carex dioica</i>	10%
5	<i>Tridactaphum cespitosum</i>	8%
	<i>Polygonum viviparum</i>	3%
	<i>Taraxacum officinale</i>	2%
	<i>Hieracium alpinum</i>	1%
	<i>Mnarractia reactiva</i>	0,04%
	<i>Gampanula scheuchzei</i>	0,01%
10	<i>Homozyne alba</i>	1%
	<i>Lolium procumbens</i>	1%
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,1%
	<i>Ligusticum multicaule</i>	0,1%
	<i>Pinguicula</i> sp.	0,1%
15	<i>Juncus juncus</i>	0,2%
	<i>Gnaphalium supinum</i>	0,1%
	<i>Alchemilla pentaphylla</i>	0,5%
	<i>Primula farinosa</i>	0,2%
20	<i>Saxifraga hibernica</i>	0,3%

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee - Moor 3			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625503 N 92477 ($\pm 5m$)			FlächenNr.:	22
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	42°	Höhe ü.M.:	2754

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 1°	See, Fische, bezeugen
Max. Mähdieft: 7cm	Gesamt Veg 76%
Bodenbede:	Kraut: 64%
g 40 45 6 4cm	Moos: 42%
	Flechten: 0%
	Strau: 1%
	Streu: 45%
	Kies: 4%
	Flechte: 8%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Moor-4		Autor:	J.P.
Koordinaten:	E 625000 ⁵⁰ 24 N 3244 ⁵⁰ 42 (+5m)		FlächenNr.:	23
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	21°	Höhe ü.M: 2755

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 1°	See, mitte von oben links, unbegrenzt
Max. Mikrorelief: 18cm	Gesamt Veget. 74/
Boden tiefe:	Kraut : 66/
AS 47 AS 7 2cm	Moss : 8/
	Flächen : 0/
	Streu : 2/
	Steine : 10/
	Kies : 4/
	Fermente : 15/

Artenliste:		Deckungsgrad:
	Carex rigida	30 30 /
	Vaccaria sylvatica	10 10 /
	Trichophorum cespitosum	12 8 /
	Eriophorum angustifolium	8 2 /
5	Toraxium alpinum agr.	0,1 /
	Polypodium Polypodium Schumacheri sp.	0,01 1 /
	Alchemilla pentaphylla	0,1 1 /
	Leontodon helveticus	0,1 /
	Viola biflora	0,1 1 /
10	Sibbaldia procumbens	0,3 1 /
	Ligusticum multifidum	0,1 /
	Salix herbacea	0,5 1 /
	Polypodium sp. Laisewania procumbens	0,2 1 /
	Prunella fruticosa	0,1 1 /
15	Polypodium viviparum	0,1 /
	Phlox alpinum	0,2 /
	Salix foetida	0,2 /
		.
		.

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Wasser-4			Autor:	i.P.
Koordinaten:	E625017 N92464 ($\pm 2m$)			FlächenNr.:	24
Flächengrösse:	10m ²	Ausrichtung:	-	Höhe ü.M.:	2751

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Wasserteile: 5 12 4 40 Bcm	See, mäßig von oben links Gesamt Neg: 20% Kraut : 20% Wasser : 80%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Fels-2			Autor:	i.p.
Koordinaten:	E 625004 N 92454 ($\pm 6m$)			FlächenNr.:	25
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	208°	Höhe ü.M.:	2752

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 40°	See, Ende von oben links, Fels mit Kies
Max. Mäusereif: 44cm	Gesamt Wg: 15/ Grau 0/
Bodenbede:	Kraut : 15/ Steine 50/
10204cm	Moss : 0/ Kies : 30/
	Flächen : 0/ Fährde 5/

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee - Kies-3	Autor:	IP
Koordinaten:	E625012 N92436 (+9m)	FlächenNr.:	26
Flächengrösse:	10m ²	Ausrichtung:	139°
		Höhe ü.M.:	2748

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 8°	See, milky von oben links, Kies wenig Fels
Max. Mittelhöhe: 20cm	Gesamt Veg: 10%
Gründtiefe:	Kraut : 9%
47 47 0 6cm	Moss : 0%
	Flechten : 1%
	Streu: 0%
	Steine: 3%
	Kies : 85%
	Traverse : 2%

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>halleri</i>	3%
<i>Sonchilio inornatus</i> subsp. <i>inornatus</i>	2%
<i>Salix herbacea</i>	2%
<i>Myrica proserpin</i> subsp. <i>polytrichus</i>	0.3%
<i>Minuartia recurva</i>	1%
<i>Sempervivum arandmoloides</i>	0.1%
<i>Potentilla anem</i>	0.1%
<i>Leontodon helveticus</i>	0.1%
<i>Potentilla kernerii</i>	0.1%
<i>Phyteuma globulatifolium</i>	0.01%
<i>Hieracium pilosum</i>	0.1%
<i>Composita schneidgeri</i>	0.1%
<i>Leucanthopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0.1%
<i>Poa alpina</i>	0.1%
<i>Sibbaldia procumbens</i>	0.1%
<i>Ligusticum mullinoides</i>	0.1%

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Kies-4			Autor:	: jP.
Koordinaten:	E 625117 N 92379 (+6m)			FlächenNr.:	27
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	314°	Höhe ü.M.:	2760

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangsteigung: 11°	See, mittig von oben links, Kies
Max. Mikro-Relief: 16cm	Gesamt Vög: 30/
Rockenkeife:	Kraut : 30/
3 2 0 11 11cm	Moss : 0/
	Flächen : 0/
	Streu: 0,5/
	Steine: 4/
	Kies: 65/
	Fennicke: 1,2-

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Moor-5			Autor:	J.P.
Koordinaten:	E625035 N492446 (±5m)			FlächenNr.:	28
Flächengröße:	10m²	Ausrichtung:	250°	Höhe ü.M:	2744

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:	
Hangabgung: 1'	See, mittig, von oben links, umbezogen	
Max. Mischrelief: 7cm	Gesamt Hg.: 94%	Streu: 2%
Bodenbede:	Kaut: 63%	Steine: 1%
S > 20cm	Moss: 25%	Kies: 0%
	Flachheit: 0	Fämelde: 0%
		Wasser: 5%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Moor-6	Autor:	iP.
Koordinaten:	E 625083 N 92449 ($\pm 1m$)	FlächenNr.:	29
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	338°
		Höhe ü.M:	2742

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 1°	Sie. Aufzug von oben links, unbegrünt
Max. Mikro Relief: 4cm	Gesamt Hg: 75/ Kraut : 60/ Moos : 15/ Flechten : 01
Boden tiefe:	Streu: 1°: Steine: 01 Kies: 01 Fenchel: 0/ Wasser: 3/
5x > 20cm	

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Wiese-9			Autor:	ip
Koordinaten:	E625147 N92464 ($\pm 3m$)			FlächenNr.:	30
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	280°	Höhe ü.M:	2746

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:	
Hangneigung: 19°	Süd. Anhang zwischen Wägen	
Max. Höhe Relief: 20cm	Gesamt Hg.: 87/	Steil: 0%
Bodenbedk:	Kraut : 85/	Streu: 2/
>20 4 4 6 5cm	Moss : 4/	Stein: 4/
	Flachmo : 4/	Flechte: 4/

Artenliste:	Deckungsgrad:
<i>Salix herbacea</i>	20%
<i>Alchemilla pentaphylla</i>	15%
<i>Pedicularis hibernica</i> subsp. <i>hibernica</i>	15%
<i>Wardus stricta</i>	5%
5 <i>Juncus jacquini</i>	5%
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	3%
<i>Gastrum montanum</i>	4%
<i>Stibellia procumbens</i>	2%
<i>Silene exasperata</i>	2%
10 <i>Carex sempervirens</i>	3%
<i>Potentilla aurea</i>	2%
<i>Poa alpina</i>	0,5%
<i>Senecio inaequalis</i> subsp. <i>inaequalis</i>	0,5%
<i>Leucanthesopsis alpina</i> subsp. <i>minima</i>	0,3%
15 <i>Polygonum viviparum</i>	0,2%
<i>Luzula spicata</i>	0,4%
<i>Ligusticum matricariaefolium</i>	0,2%
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	0,1%
<i>Luzula alpinoploides</i>	0,1%
20 <i>Hieracium alpinum</i>	0,2%
<i>Gentiana baccata</i>	0,3%
<i>Helictotrichon saxatile</i>	0,1%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Kreuzung-Felsen-3			Autor:	iP.
Koordinaten:	E 625487 N 92469 ($\pm 5m$)			FlächenNr.:	31
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	202°	Höhe ü.M:	2816

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangsteigung: 18°	Kreuzung ober Kuppe, Süd
Max. Mikrofeld: 20cm	Gesamt Vg: 15% Streu: 0%
Bodentiefe:	Kraut: 12% Streu: 60%
0 2 6 0 10cm	Moss: 0% Kies: 23%
	Flächton: 2%

[illegible]

Feldblatt Vegetationsaufnahmen

Datum: 11.7.18

Ort:	Riffelsee-Moor-7			Autor:	i.p.
Koordinaten:	E 625066 N 92457 ($\pm 5m$)			FlächenNr.:	32
Flächengröße:	10m ²	Ausrichtung:	338°	Höhe ü.M:	2739

Topographie:	Bemerkungen / Bewirtschaftung:
Hangneigung: 1°	See, mittig, von oben links, begehbar
Max Mikro Relief: 3cm	Gesamt Veg: 83%
Bodentiefe:	Kraut : 64%
16 >20 4 6 16cm	Moos : 25%
	Flechten : 0%
	Streu: 0%
	Streu: 4%
	Kies: 0%
	Fenestel: 40%

[illegible]

Anhang B

Aufnahme-Nummer	9	19	20	24	10	11	28	32	4	21	22	23	29	2	5	25	27	31	1	3	6	7	8	12	13	14	15	16	17	18	26	30	Freq.	Freq. C1	Freq. C2	Freq. C3	Freq. C4	Freq. C5	Fid. C1	Fid. C2	Fid. C3	Fid. C4	Fid. C5	
TWINSpan-Clusternummer	1				2				3					4					5																									
Vegetationseinheit	Moor sa				Schneetal				Moor ba					Fels					Wiese																									
Diagnostische Arten Moor sa																																												
Eriophorum angustifolium Honck.	50	35	50	18			0.1			12	2	8	42																					9	100	25	80	0	0	0.60	-0.16	0.40	-0.42	-0.42
Eriophorum scheuchzeri Hoppe		25																															1	25	0	0	0	0	0.46	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	
Diagnostische Arten Schneetal																																												
Carex foetida All.					10	0.5		4																0.5				2		3			6	0	75	0	0	21	-0.24	0.71	-0.24	-0.24	0.03	
Taraxacum alpinum aggr.					1	15	0.1	0.1				0.1	0.1										0.5	1.5	0.1	0.1					0.1	11	0	100	40	0	36	-0.37	0.68	0.05	-0.37	0.01		
Alchemilla pentaphyllea L.					20	20	2	0.1		1	0.5	1	0.1										60	35		25	0.3				15	13	0	100	80	0	36	-0.44	0.57	0.37	-0.44	-0.07		
Salix herbacea L.					5	0.1	10	0.5		0.5	0.3	1	0.5		0.5		0.1						5	35	20	35				2	20	16	0	100	80	40	43	-0.53	0.47	0.27	-0.13	-0.10		
Eleocharis quinqueflora (Hartmann) O. Schwarz								20																							1	0	25	0	0	0	-0.11	0.46	-0.11	-0.11	-0.11			
Cerastium cerastoides (L.) Britton						0.1																	0.2								2	0	25	0	0	7	-0.13	0.38	-0.13	-0.13	0.01			
Phleum alpinum aggr.							0.1	0.3					0.2	0.1									0.3						3		6	0	50	40	0	14	-0.26	0.36	0.24	-0.26	-0.08			
Sibbaldia procumbens L.						1	2	0.1				0.1	0.3		0.2							5	0.1	7	15		10	1	0.1	0.1	0.1	2	16	0	75	40	20	71	-0.42	0.34	-0.01	-0.22	0.31	
Nardus stricta L.					15	3	3			12		25	10					7	0.3	5	15	0.5	4	1		1	25		15		5	17	0	75	60	0	79	-0.43	0.33	0.17	-0.43	0.36		
Cerastium alpinum L.								0.01										0.2										0.1			3	0	25	0	0	14	-0.15	0.32	-0.15	-0.15	0.12			
Carex lachenalii Schkuhr								3																	0.1	0.1					3	0	25	0	0	14	-0.15	0.32	-0.15	-0.15	0.12			
Gnaphalium supinum L.					1	0.2			0.01	0.1													0.3	0.2		0.2	0.1			0.1	9	0	50	40	0	36	-0.29	0.29	0.17	-0.29	0.12			
Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.								2		0.1																				2	0	25	20	0	0	-0.16	0.28	0.19	-0.16	-0.16				
Polygonum viviparum L.					0.1	2	0.1		7	3		0.1	0.01		0.1		1		0.5		5			0.1		0.3	0.5			0.2	15	0	75	80	40	43	-0.48	0.27	0.32	-0.08	-0.05			
Diagnostische Arten Moor ba																																												
Trichophorum cespitosum (L.) Hartm.									6	8	3	12	3																		5	0	0	100	0	0	-0.25	-0.25	1.00	-0.25	-0.25			
Primula farinosa L.						0.1			5	0.2	0.2	0.1																			5	0	25	80	0	0	-0.26	0.05	0.72	-0.26	-0.26			
Carex nigra (L.) Reichard			2			65	20		0.1	35	30	32	15																		8	25	50	100	0	0	-0.10	0.16	0.68	-0.37	-0.37			
Pinguicula spec.										0.1	0.2																			2	0	0	40	0	0	-0.15	-0.15	0.59	-0.15	-0.15				
Viola biflora L.											0.3	0.1																		2	0	0	40	0	0	-0.15	-0.15	0.59	-0.15	-0.15				
Loiseleuria procumbens (L.) Desv.										1		0.3							15											3	0	0	40	0	7	-0.16	-0.16	0.52	-0.16	-0.04				
Homogyne alpina (L.) Cass.									3	1									0.01											3	0	0	40	0	7	-0.16	-0.16	0.52	-0.16	-0.04				
Soldanella alpina L.									0.5																					1	0	0	20	0	0	-0.10	-0.10	0.41	-0.10	-0.10				
Carex pulicaris L. /cf.									0.3																					1	0	0	20	0	0	-0.10	-0.10	0.41	-0.10	-0.10				
Ligusticum mutellina (L.) Crantz									0.1																					1	0	0	20	0	0	-0.10	-0.10	0.41	-0.10	-0.10				
Ranunculus platanifolius L.									0.05																					1	0	0	20	0	0	-0.10	-0.10	0.41	-0.10	-0.10				
Carex dioica L.										10																				1	0	0	20	0	0	-0.10	-0.10	0.41	-0.10	-0.10				
Soldanella spec.												0.01																		1	0	0	20	0	0	-0.10	-0.10	0.41	-0.10	-0.10				
Salix foetida DC.						1						0.2	0.2																	3	0	25	40	0	0	-0.19	0.18	0.40	-0.19	-0.19				
Carex caryophyllea Latourr.									0.5										1											2	0	0	20	0	7	-0.12	-0.12	0.32	-0.12	0.04				
Leontodon helveticus Mérat						0.2			2		0.1	0.1		0.01				0.1	0.2	0.1	0.1		0.1	0.2		0.3			0.1	13	0	25	60	20	57	-0.35	-0.08	0.29	-0.13	0.26				
Juncus jacquinii L.					0.1		5		3	0.2	1							1	0.05	5	8	0.1	5	10			2		10		5	15	0	50	60	0	71	-0.38	0.14	0.25	-0.38	0.37		
Diagnostische Arten Fels																																												
Thlaspi sylvium Gaudin														0.1	0.1	0.1	0.01		0.02				0.5				0.01				7	0	0	0	80	21	-0.25	-0.25	-0.25	0.74	0.01			
Thymus praecox subsp. polytrichus (Borb�s) J�las														2	0.5	3	1		0.5				0.5						0.3		7	0	0	0	80	21	-0.25	-0.25	-0.25	0.74	0.01			
Festuca intercedens (Hack.) Lüdi																4	4	3	0.1											4	0	0	0	60	7	-0.20	-0.20	-0.20	0.68	-0.09				
Phyteuma hemisphaericum L.														0.1				0.5												2	0	0	0	40	0	-0.15	-0.15	-0.15	0.59	-0.15				
Salix retusa L.																	15	5												2	0	0	0	40	0	-0.15	-0.15	-0.15	0.59	-0.15				
Campanula scheuchzeri Vill.									0.001	0.01				0.01	0.1		0.1	0.1	0.01				0.01						0.1	0.1	10	0	0	40	80	29	-0.33	-0.33	0.11	0.55	-0.01			
Minuartia recurva (All.) Schinz & Thell.						0.1				0.01				4	1.5	5	4	0.3	2		0.5	1	0.5	0.5	0.3	1	0.2	2	2	1	1	19	0	25	20	100	86	-0.46	-0.21	-0.26	0.54	0.40		
Phyteuma globulariifolium Sternb. & Hoppe s.l.																0.2	0.1											0.01		3	0	0	0	40	7	-0.16	-0.16	-0.16	0.52	-0.04				
Sempervivum arachnoideum L.														5	0.01			2	0.05		0.1	0.5					0.1	8		9	0	0	0	60	43	-0.25	-0.25	-0.25	0.49	0.28				
Draba aizoides L.														0.01	0.01	0.1			0.01			0.1		0.5	0.1		0.1		0.1	9	0	0	0	60	43	-0.25	-0.25	-0.25	0.49	0.28				
Sempervivum montanum L.														0.5	0.01		0.2		0.2	0.1		2	0.5					3	1	9	0	0	0	60	43	-0.25	-0.25	-0.25	0.49	0.28				
Erigeron uniflorus L.														0.1			0.1						0.1					0.2																

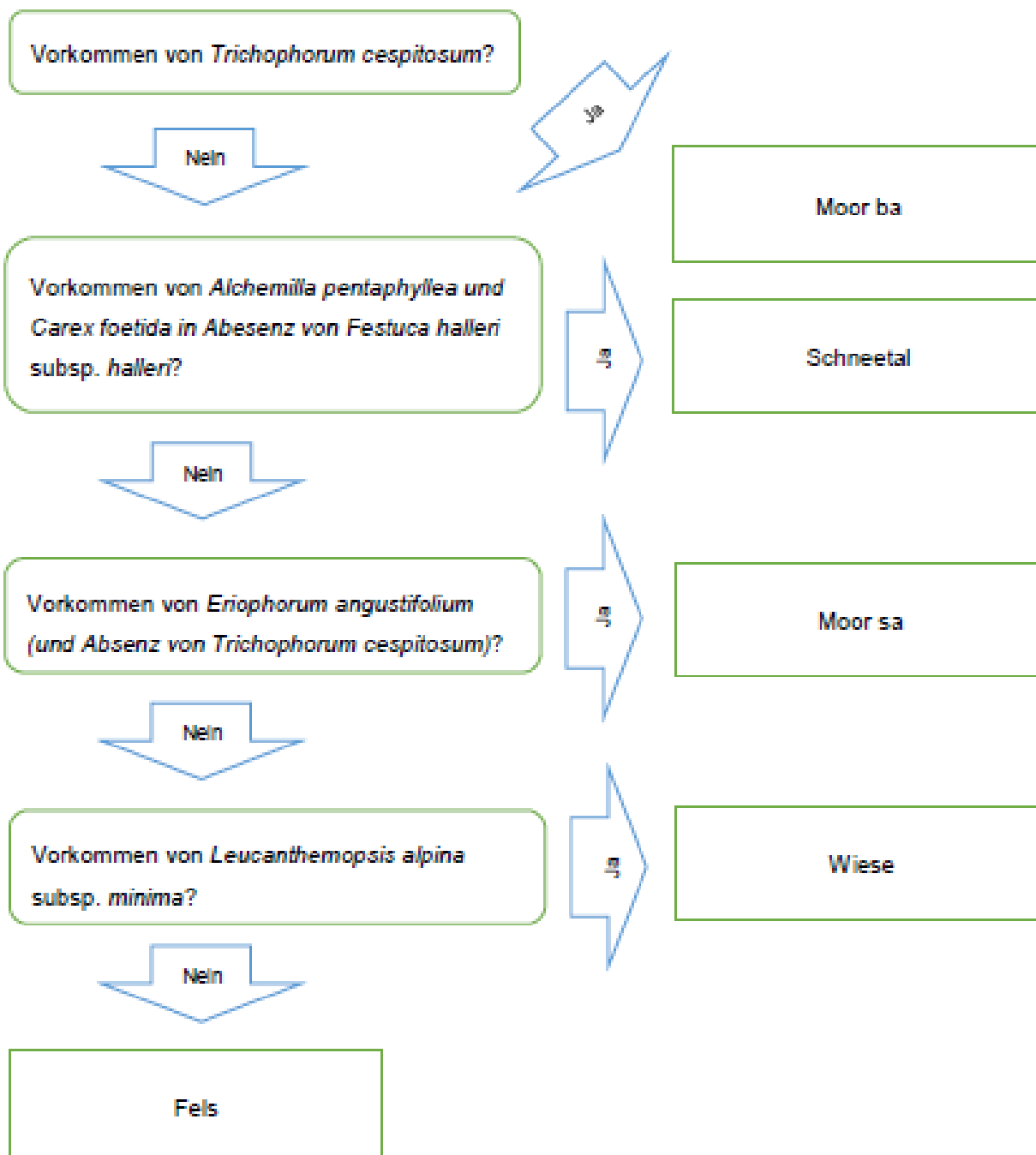
Bachelorarbeit Pachlatko UI15

Anhang C

Bachelorarbeit Vegetationskartierung Gornergrat

Pachlatko 2018

Kartierungsschlüssel: Lebensraum



Anhang D

```
#####
```

```
#### Zusätzliche Datenpakete einlesen und Programme laden:
```

```
setwd("C:/Users/Jonathan/OneDrive/Bachelor-Arbeit/Feldarbeit und Analyse/Auswertung Faktoren")
source("tests_and_visuals.R")
```

```
#####
```

```
#### Gornergrat - Schliessende Statistik:
```

```
setwd("C:/Users/Jonathan/OneDrive/Bachelor-Arbeit/Feldarbeit und Analyse/Auswertung Faktoren/Parameter Textfiles")
```

```
### Daten einlesen: (Zeigerwerte)
```

```
feu=read.table("Parameter_R_anova_gew_Feuchtezahlen.txt",header=TRUE,sep="\t",dec = ".")
nae=read.table("Parameter_R_anova_log_gew_Naehrstoff.txt",header=TRUE, sep="\t",dec = ".")
rea=read.table("Parameter_R_anova_gew_Reaktion.txt",header=TRUE,sep="\t",dec = ".")
```

```
### Daten einlesen: (Abiotische Parameter)
```

```
bti=read.table("Parameter_R_anova_log_median_BTiefe.txt",header=TRUE,sep="\t",dec = ".")
expi=read.table("Parameter_R_anova_Exposition.txt",header=TRUE,sep="\t",dec = ".")
nei=read.table("Parameter_R_anova_Neigung.txt",header=TRUE,sep="\t",dec = ".")
abio=read.table("Parameter_R_anova_abio_cover.txt",header=TRUE,sep="\t",dec = ".")
```

```
###Normalverteilung der Residuen kontrollieren: Visuell
```

```
vis_ANOVA_clusters(feu$gewFeuchtezahl,feu$Einheit)
vis_ANOVA_clusters(nae$lognaer,nae$Einheit)
vis_ANOVA_clusters(rea$gewReaktion,rea$Einheit)
vis_ANOVA_clusters(bti$logmedianbodentiefe,bti$Einheit)
vis_ANOVA_clusters(expi$Exposition,expi$Einheit)
vis_ANOVA_clusters(nei$Neigung,nei$Einheit)
vis_ANOVA_clusters(abio$coverabiot,abio$Einheit)
```

```
# P-Werte berechnen (ANOVA, Kruskal-Wallis, je nach Ergebnis von Levene und Shapiro)
```

```
anfeu=aov(feu$gewFeuchtezahl~feu$Einheit)      #Einfaktorielle ANOVA. Berechnung für alle die
annae=aov(nae$gewNaehrstoff~nae$Einheit)        #Varianzhomogen und normVerteilte Residuen haben.
anrea=(rea$gewReaktion~rea$Einheit)             #Oder Visuell genuegen.
anbti=(bti$medianBodentiefe~bti$Einheit)
anexpi=aov(expi$Exposition~expi$Einheit)
annei=aov(nei$Neigung~nei$Einheit)
anabio=aov(abio$coverabiot~abio$Einheit)
```

```
summary(anfeu)      #Anzeigen der p-Werte:
summary(annae)      #Pr(>F): P-Value der zeigt ob Einfluss vom Faktor signifikant ist. P>0.05-> H0 verwerfen.
summary(anrea)
summary(anbti)
summary(anexpi)
summary(annei)
summary(anabio)
```

```
#####
```

```
# Post-Hoc Test:
```

```
TukeyHSD(anfeu)      #Anzeigen der p-Werte. Oder visuell mit: vis_ANOVA_clusters
TukeyHSD(annae)
TukeyHSD(anrea)
TukeyHSD(anbti)
TukeyHSD(anexpi)
TukeyHSD(annei)
TukeyHSD(anabio)
```

```
#####
```

```
## Klimadiagramm:
```

```
require(climatol)
setwd("C:/Users/Jonathan/OneDrive/Bachelor-Arbeit/MeteoKlimadaten")
```

```
gornergrat=read.csv("Klimadiagramm2.csv",header=TRUE, dec = ";")
```

```
#Als .csv einlesen: Achtung climatol braucht eine Matrix.
```

```
gornergrat
```

```
#Besser von Hand als Matrix eingeben:
```

```
a<- c(37.84,22.9,32.35,41.56,82.74,63.54,60.51,78.36,37.58,38.85,60.37,46.42)
b<-c(-6.40666667,-7.14666667,-5.05,-1.48,2.1,7,9.15714286,9.18666667,6.08666667,3.13333333,-
1.87333333,-4.87142857)
c<-c(-11.95333333,-12.82,-10.7071429,-7.59333333,-4.15714286,0.26428571,1.95714286,2.10666667,-
0.48,-2.95333333,-7.36666667,-8.52857143)
d<-c(-21.94666667,-20.2714286,-20.5785714,-15.14666667,-11.4928571,-6.05,-3.84166667,-4.34,-
6.93333333,-12.7066667,-16.6993333,-16.0071429)
```

```
#Und Zeilen verbinden sowie Spalten Namen geben:
```

```
probe1 <- rbind(a,b,c,d)
colnames(probe1) <- c("Jan","Feb","Mar","Apr","Mai","Jun","Jul","Aug","Sep","Okt","Nov","Dec")
rm(a,b,c,d) #ev. zum Löschen der Vektoren
```

```
#Diagramm nach Walter&Lieht erstellen:
```

```
diagwl(probe1,est="Gornergrat",alt=3129,per="2003-2017",mlab="en",
       pcol="mediumblue",sfcol="firebrick3")
```

```
#####
```

Anhang E

Bachelor-Arbeit		
Studienjahrgang		UI 2015
Titel		Vegetationskartierung am Gornergrat – Empfehlungen zur Planung und Renaturierung des Wegnetzes
Vertraulich		ja <input type="checkbox"/> X nein <input checked="" type="checkbox"/>
Fachgebiet		Umweltplanung
Namen	Student	Jonathan Pachlatko
	1. Korrektor	Jürgen Dengler
	2. Korrektor	Martin Wytenbach
Abgabetermin		25.10.2018
Aufgabenstellung <ul style="list-style-type: none"> • Ausgangslage • Zielsetzungen • Zusätzliche Auftrags-modalitäten • Provisorisches Inhaltsverzeichnis 		Ausgangslage <p>Der Freizeitverkehr am Gornergrat hat sich in den letzten Jahren intensiviert und diversifiziert. Das Wegnetz ist in der Folge stark ausgefranst. Als Resultat ist die Vegetation entlang der zahlreichen Wegspuren und -rinnen grossflächig zertrampelt und wegerodiert. Da die Wege oftmals in Falllinie liegen und kein sauberes Entwässerungssystem vorliegt, hat sich in einzelnen Abschnitte beträchtliche Tiefenerosion gebildet. Gefährdete Arten und Lebensräume sowie das Landschaftsbild sind dementsprechend negativ beeinträchtigt.</p> <p>Um die gefährdeten Arten und Lebensräume des Gebiets zu schonen, und um den verschiedenen Besuchergruppen nachhaltig ein qualitativ hochstehendes und naturnahes Freizeiterlebnis anzubieten, soll ein kanalisierendes Besuchermanagement aufgebaut werden. Aufgrund der hohen Besucherfrequenzen und der Steilheit des Geländes ist weitgehend von einer Koexistenz auf bisherigen Weginfrastrukturen abzusehen. Die Wanderer und die Mountainbiker sollen auf separaten Wegen kanalisiert und an bislang vier festgelegten Aussichtsplattformen (Riffelsee mit Sicht auf Gornergletscher, Gornergrat, Station Rotenboden sowie Panoramastandort oberhalb Rotenboden) zusammengeführt werden. Bei der Wahl der Panoramastandorte und dem Wegnetz werden gefährdete Arten berücksichtigt und somit deren Schutz gewährleistet.</p> <p>Die bestehenden Landschaftswunden sollen mit der Renaturierung von erodierten Wegen und Wegspuren soweit wie möglich aufgehoben werden. Anfallendes Oberflächenmaterial (Grasmotten) während dem Bau des Mountainbike-Trails, soll im Sinne eines Synergieeffekts für die Renaturierung Verwendung finden.</p>

	<p>Zielsetzungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagenerarbeitung: Nachhaltiger Mountainbike-Trailbau und Vegetationsanalysen im alpinen Gebiet. - Vegetations-Aufnahmen am Gornergrat durchführen (ca. 15 Flächen à 10 m²). Zeitpunkt: Juli-August. - Vegetationskartierung des Gebiets (Station Rotenboden mit Riffelsee bis Station Gornergrat) inkl. Arten der Roten Liste erstellen. - Analyse der gefundenen Lebensräume in Kombination mit Trailbau und Wegnetzgestaltung. - Empfehlungen für den Trailbau, Panoramaplattformen und Renaturierungen am Gornergrat anhand der Befunde ausarbeiten. <p>Zusätzliche Auftragsmodalitäten</p> <p>Diese Bachelorarbeit ist in ein Umsetzungsprojekt am Gornergrat in Zermatt eingebunden. Dabei wird in Abstimmung mit dem Planungsbüro BikePlan AG ein Renaturierungskonzept für das Gebiet Riffelsee erarbeitet, sowie Inputs zur Wegführung und zur landschaftsbildschonenden Gestaltung von Panoramaplattformen erarbeitet.</p> <p>Provisorisches Inhaltsverzeichnis</p> <ul style="list-style-type: none"> Abstract 1 Einleitung 2 Methoden <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Untersuchungsgebiet 2.2 Vegetationsaufnahmen und Kartierung 2.3 Rote Liste Arten 3 Resultate <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Vegetationsaufnahmen Station Gornergrat bis Riffelsee 3.2 Vegetationskartierung 3.3 Gefährdete Arten im Gebiet 4 Diskussion <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Beurteilung der gefundenen Vegetationstypen 4.2 Arten und ihre Verbreitung 4.3 Empfehlungen für den Wegebau 5 Literaturverzeichnis 6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 7 Anhangsverzeichnis
Formale Anforderungen	<p><i>Alle relevanten Weisungen/Merkblätter zur Arbeit müssen gelesen und erfüllt werden:</i></p> <p>http://www.zhaw.ch/de/lsfm/studium/studiweb/bachelor/pruefungen-und-studentische-arbeiten/</p>
Arbeitsort	Gornergrat Zermatt Wallis, Wädenswil Zürich

Terminplan Bachelorarbeit

Terminplan Bachelorarbeit

Durchführung Januar - Oktober 2018

Nr.	Tätigkeit	Verantwortlichkeit	Datum / Fertigstellung	W06	W07	W08	W09	W10	W11	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33	W34	W35	W40	W41	W42	W43
1 Aufgabenstellung																								
1.1	Auftragsbesprechung	jp/jd/mw																						
1.2	Literaturrecherche	jp																						
1.3	Zielformulierung	jp																						
1.4	Aufgabenstellung abgeben	jp	22.02.2018			X																		
2 Literaturrecherche																								
2.1	Literaturrecherchen	jp																						
2.2	Kontaktaufnahme mit Externen	jp/ext																						
2.3	1. Literaturteil erarbeiten	jp																						
2.4	Sampling-Design planen	jp																						
2.5	Planung Feldarbeit Zermatt im Juli	jp/jd	18.03.2018						X															
3 Vegetationsanalyse																								
3.1	Pflanzenkenntnisse spezifizieren	jp																						
3.2	Vorbereitung Feldarbeit Zermatt	jp																						
3.3	Vegetationsaufnahmen durchführen	jp/jd	01.07.2018 - 22.07.2018																					
3.4	Vegetationskartierung erstellen	jp	22.07.2018											X										
3.5	Wetterbedingte Zusatzzeit	jp																						
4 Datenauswertung																								
4.1	Daten auswerten/analysieren	jp																						
4.2	2. Literaturteil erarbeiten	jp																						
4.3	Diskussion der Resultate	jp																						
5 Abgabe der Arbeit																								
4.1	Vorabgabe und Überprüfung	jp/jd/mw																						
4.2	Arbeit layouten	jp																						
4.3	Vorbereitung Präsentation	jp																						
4.4	Abgabe der Arbeit	jp	25.10.2018																					X

Projektbearbeiter:

jp Jonathan Pachlatko
 dh Jürgen Dengler
 mw Martin Wyttenbach
 ext Stefan Juhlen, u.a.

X Meilensteine

Version 1.0

Datum: 22.01.2018

Ersteller: Jonathan Pachlatko